

**Nuno António  
Saraiva Martins**

## **NÍVEL DE OXIGÉNIO EM ESPAÇOS CONFINADOS**

Risco Real ou Risco Percecionado

Dissertação como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Segurança e Higiene no Trabalho**

*Presidente* (Prof<sup>a</sup> Doutora Maria Odete Pereira,  
Escola Superior de Ciências Empresariais)

*Orientador* (Prof. Especialista Manuel Sousa Ganço,  
Escola Superior de Tecnologia de Setúbal)

*Vogal* (Prof. Doutor Filipe Didelet Pereira, Escola  
Superior de Tecnologia de Setúbal)

dezembro 2018

## DEDICATÓRIA

Aos meus verdadeiros amigos, os quais sempre estiveram presentes nos momentos de maior dificuldade e que me ajudam no dia a dia a ultrapassar os desafios com que me vou cruzando. A todos os técnicos de segurança, que no exercício da sua atividade, lutam pela melhoria das condições de trabalho. A todos os que não sendo técnicos de segurança, acreditam que a segurança começa em nós e não desistem deste princípio de vida.

## AGRADECIMENTOS

Um agradecimento muito especial aos meus pais António e Maria, por sempre me terem dado o que de melhor poderia ter: amor, respeito e compreensão. Agradecer também à minha esposa Elsa e ao meus filhos Teresa e Diogo a quem retirei tempo e atenção, mas que sempre me apoiaram e ajudaram a alcançar este objetivo. Ao meu irmão Hugo, apesar da distância. Um obrigado muito especial à minha cunhada Cláudia pelo seu incansável apoio. Ao meu orientador, o professor Manuel Ganço, pela sua preciosa ajuda e disponibilidade demonstrada ao longo deste percurso. Agradecer também a todos os professores que fui tendo ao longo do meu percurso académico, que enriqueceram o meu conhecimento, com uma especial palavra de apreço à professora Odete Pereira, por me ter fornecido as ferramentas de trabalho para dar corpo à dissertação. Ao meu diretor geral Rangel Gomes (Tecniquitel) pela amizade e por todos os seus ensinamentos e ao meu colega Francisco Fernandes por ter partilhado comigo a sua visão sobre a deteção de gases. Aos meus amigos Sérgio Sampaio, João Santos, Rui Sobral, que sempre estiveram presentes e me apoiaram nas minhas decisões. Aos meus amigos António Abreu e Augusto Grácio que continuam a ser um farol em matéria de segurança laboral. A todos os elementos da equipa de resgate industrial da Tecniquitel por terem confiado. De forma simples mas sentida, reduzo a uma só palavra o meu agradecimento: OBRIGADO

### *In memoriam*

Ao meu pai António Marques Martins, que sempre considerei o melhor amigo que se pode desejar ter, pela amizade, pelos ensinamentos, pela forma como se apresentava perante a vida, pela coragem para enfrentar os desafios com que se cruzou, pela postura, pelo rigor, por saber ser, saber estar e saber fazer. Convicto que, mesmo não estando entre nós, este será um momento de grande alegria e orgulho.

## RESUMO

É vulgar ouvir-se dizer que os espaços confinados são locais potencialmente perigosos. A confirmar-se, é importante compreender o porquê da afirmação. Em análise, estará ao longo da dissertação o que se considera seguro em relação ao nível percentual de oxigénio e a comparação entre o risco percecionado e o risco real, enquadrado na temática dos espaços confinados.

Com a dissertação pretendo demonstrar que os espaços confinados, só por si, só serão perigosos quando se subestimarem questões tão simples como por exemplo a avaliação e interpretação do nível de oxigénio atmosférico que deve existir dentro de um espaço confinado, de forma a que o mesmo seja considerado seguro.

A identificação dos perigos e a avaliação dos riscos fazem parte do vocabulário geral de qualquer empresa e em particular do dia-a-dia do técnico de segurança, no entanto o que se consegue retirar da identificação dos perigos e da avaliação dos riscos dependerá em muito da perceção, do conhecimento e da experiência de quem irá realizar o trabalho de identificar e avaliar os perigos que irá encontrar, para posteriormente associar os riscos que possam estar inerentes a um determinado perigo.

Fico esperançado que esta análise permita a redução de falsas garantias de segurança, as quais possam comprometer a salvaguarda das partes envolvidas, sejam gestores, chefes de equipa, trabalhadores, familiares ou amigos.

Os acidentes laborais são um flagelo da atividade laboral e afetam todos os que direta ou indiretamente se relacionam com eles. Verifica-se que em muitos dos acidentes, as causas são simples e que a antecipação de uma consequência devastadora resultado de um acidente grave ou mortal, estava ao alcance de todos. Para isso não ser apenas e só um desejo das pessoas ligadas à segurança laboral, é necessário parar, pensar e acima de tudo não se assumir a presunção de princípios que, em alguns casos, estão assentes em ideologias e práticas desatualizadas.

**Palavras-chave:** perceção de risco, comportamentos seguros, cultura de segurança, acidentes de trabalho, espaços confinados e nível de oxigénio.

## ABSTRACT

It is usual to say and hear that confined spaces are potentially dangerous places. If confirmed, it is essential to understand the reason for that statement. It is therefore fundamental to analyse what is considered safe in relation to the percentage of oxygen, and to understand the difference between the perceived risk and the real risk.

The aim of this thesis is to demonstrate that a confined space will be dangerous when underestimating such simple aspects as the assessment and the interpretation of the atmospheric oxygen level, which must exist within a confined space to be considered as safe.

Hazard identification and risk assessment are part of the general vocabulary of any company, and in particular of the day-to-day work of the safety technician. However, what can be learned from hazard identification and risk assessment will depend greatly on the perception, knowledge and experience of the one who will identify and assess the hazards that are encountered, and that would be inherent to a particular hazard.

It is hoped that this analysis will not allow false assurances to be given to safety, which may endanger all parties, whether they are executors, orderlies, team chiefs, managers, family members or friends.

Accidents at work are a scourge of the working activity, and it affects all those that are directly or indirectly related to them.

It is known that in many accidents, the causes are simple and it was within the reach of all to anticipate the devastating consequences that result from a serious or fatal accident. For this not to be only a mirage for people connected to work safety, it is necessary to stop, think and above all not to assume the presumption of principles that in some cases are based in old ideologies and practices.

**Keywords:** Perceived risk, safe behavior, safety culture, occupational accidents, confined spaces and oxygen.

## ÍNDICE GERAL

|   |             |
|---|-------------|
| <b>SIGLAS E ACRÓNIMOS.....</b>                                  | <b>VIII</b> |
| <b>DEFINIÇÕES .....</b>   | <b>IX</b>   |
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                                       | <b>1</b>    |
| 1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO .....                                     | 4           |
| 1.2. OBJETIVOS .....  | 6           |
| 1.1.1. <i>Objetivo Geral</i> .....                              | 6           |
| 1.1.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....                       | 6           |
| 1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO .....                                | 7           |
| 1.4. CRONOGRAMA .....   | 7           |
| <b>2. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>                           | <b>9</b>    |
| 2.1. CONCEITOS GERAIS DE SEGURANÇA .....                        | 10          |
| 2.1.1. <i>Acidentes, Atos e Condições</i> .....                 | 11          |
| 2.1.1.1. Acidentes de Trabalho .....                            | 11          |
| 2.1.1.2. Ato inseguro .....                                     | 11          |
| 2.1.1.3. Condição insegura .....                                | 12          |
| 2.1.1.4. Fator pessoal de insegurança .....                     | 13          |
| 2.1.1.5. Erro Humano.....                                       | 13          |
| 2.1.1.6. Investigação das causas do Acidente de Trabalho .....  | 15          |
| 2.1.2. <i>Modelos Teóricos</i> .....                            | 15          |
| 2.1.2.1. Teoria de Heinrich.....                                | 15          |
| 2.1.2.2. Teorias de Sistema e Abordagens Sociotécnicas.....     | 16          |
| 2.1.2.3. Teoria do “Queijo Suíço” .....                         | 16          |
| 2.1.3. <i>Cultura de Segurança</i> .....                        | 17          |
| 2.1.3.1. Comportamento Seguro .....                             | 18          |
| 2.1.3.2. A Natureza Humana e a Exposição ao Risco .....         | 21          |
| 2.1.3.3. Risco Real .....                                       | 22          |
| 2.1.3.4. Risco Percecionado .....                               | 22          |
| 2.2. ENQUADRAMENTO LEGAL .....                                  | 28          |
| 2.3. AUTORIDADE PARA AS CONDIÇÕES PARA O TRABALHO.....          | 29          |
| 2.3.1. <i>Definição de Espaço Confinado</i> .....               | 30          |
| 2.3.2. <i>Avaliação dos Riscos</i> .....                        | 31          |
| 2.3.3. <i>Riscos das atmosferas perigosas</i> .....             | 32          |
| 2.3.4. <i>Riscos dos espaços confinados</i> .....               | 32          |
| 2.3.5. <i>Medidas de Prevenção</i> .....                        | 32          |
| 2.3.6. <i>Trabalhador Treinado</i> .....                        | 33          |
| 2.3.7. <i>Procedimento de Entrada</i> .....                     | 34          |
| 2.3.8. <i>Equipamentos</i> .....                                | 34          |
| 2.3.9. <i>Sinalização</i> .....                                 | 34          |
| 2.3.10. <i>Autorização de Entrada no Espaço Confinado</i> ..... | 35          |
| 2.3.11. <i>Erros Comuns</i> .....                               | 35          |
| 2.4. CONTEXTO INTERNACIONAL .....                               | 36          |
| 2.4.1. <i>Alemanha</i> .....                                    | 36          |
| 2.4.2. <i>Austrália</i> .....                                   | 38          |
| 2.4.3. <i>Brasil</i> .....                                      | 39          |
| 2.4.4. <i>Canadá</i> .....                                      | 41          |
| 2.4.5. <i>Espanha</i> .....                                     | 42          |
| 2.4.6. <i>Estados Unidos da América</i> .....                   | 43          |
| 2.4.7. <i>França</i> .....                                      | 48          |
| 2.4.8. <i>Hong Kong</i> .....                                   | 50          |
| 2.4.9. <i>Índia</i> .....                                       | 52          |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| 2.4.10.  | Inglaterra .....   | 53  |
| 2.4.11.  | Irlanda .....  | 55  |
| 2.4.12.  | Itália .....   | 57  |
| 2.4.13.  | Conclusão do contexto internacional .....                                  | 59  |
| 2.5.     | ESTATÍSTICAS E ACIDENTES .....   | 60  |
| 2.5.1.   | Estatísticas .....   | 60  |
| 2.5.2.   | Acidentes .....  | 63  |
| 2.5.2.1. | Acidentes com carência de oxigénio – até 1993 .....                        | 63  |
| 2.5.2.2. | Acidentes com carência de oxigénio – Atualidade .....                      | 67  |
| 2.5.3.   | Conclusão do subcapítulo sobre estatísticas .....                          | 69  |
| 2.6.     | ESPAÇO CONFINADO .....   | 70  |
| 2.6.1.   | Sistema respiratório .....   | 77  |
| 2.6.1.1. | Ciclo Respiratório .....   | 78  |
| 2.6.1.2. | Variação da Respiração em Função do Esforço .....                          | 81  |
| 2.6.1.3. | Relevância para os Espaços Confinados .....                                | 82  |
| 2.6.2.   | Nível Seguro de Oxigénio .....   | 83  |
| 2.6.3.   | Atmosfera .....  | 86  |
| 2.6.3.1. | Atmosferas Perigosas .....   | 86  |
| 2.6.3.2. | Classificação de Agentes Químicos .....                                    | 87  |
| 2.6.3.3. | Medição Inicial de Gases .....   | 87  |
| 2.6.3.4. | Gases ou Vapores Perigosos .....   | 88  |
| 2.6.3.5. | Medição de Gases .....   | 89  |
| 2.6.3.6. | Metodologia de Medição .....   | 90  |
| 2.6.4.   | 91   |     |
| 2.6.3.7. | Interpretação dos Valores Obtidos .....                                    | 91  |
| 2.6.4.   | Gases Inertes .....  | 92  |
| 2.6.4.1. | Insuficiência de Oxigénio Atmosférico .....                                | 93  |
| 2.6.4.2. | Asfixiantes Simples .....  | 94  |
| 2.6.4.3. | Asfixiantes Químicos .....   | 94  |
| 2.6.5.   | Conclusão do subcapítulo sobre Espaço confinado .....                      | 94  |
| 3.       | ENSAIOS E ESTUDOS DE CASO .....  | 96  |
| 3.1.     | RAZÃO DO ESTUDO E METODOLOGIA .....  | 96  |
| 3.2.     | ENSAIOS LABORATORIAIS .....  | 97  |
| 3.2.1.   | Ensaio N.º 1 – Variação do nível de oxigénio por fermentação .....         | 98  |
| 3.2.2.   | Ensaio N.º 2 – Variação do nível de oxigénio por monóxido de carbono ..... | 104 |
| 3.3.     | ESTUDOS DE CASO .....  | 109 |
| 3.3.1.   | Estudo de Caso N.º 1 – Trabalho no Reator .....                            | 109 |
| 3.3.2.   | Estudo de Caso N.º 2 – Trabalho no Algar .....                             | 111 |
| 3.4.     | CONCLUSÃO DO CAPÍTULO .....  | 115 |
| 4.       | PROPOSTA .....   | 117 |
| 4.1.     | LEGISLAÇÃO .....   | 117 |
| 4.2.     | DEFINIÇÃO DE RESPONSABILIDADES .....                                       | 118 |
| 4.2.1.   | Empregador .....   | 118 |
| 4.2.2.   | Trabalhador .....  | 119 |
| 4.3.     | EQUIPA DE TRABALHO .....   | 120 |
| 4.3.1.   | Chefe de equipa .....  | 121 |
| 4.3.2.   | Vigia de espaços confinados .....  | 121 |
| 4.4.     | PLANEAMENTO DO TRABALHO .....  | 122 |
| 4.5.     | AUTORIZAÇÃO DE ENTRADA .....   | 123 |
| 4.6.     | FORMAÇÃO .....   | 124 |
| 4.7.     | EQUIPAMENTOS ADEQUADOS .....   | 125 |
| 4.8.     | RESGATE .....  | 127 |
| 5.       | CONCLUSÃO .....  | 129 |

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 132**

**APÊNDICES ..... 138**

|   |     |
|---|-----|
| Apêndice 1 – Conteúdo Programático - Espaços Confinados .....               | 139 |
| Apêndice 2 – Modelo Tipo - Autorização de Trabalho Espaços Confinados ..... | 140 |
| Apêndice 3 – Exemplo Equipamentos para Espaços Confinados.....              | 142 |
| Apêndice 4 – Modelo – Identificação dos Espaços Confinados .....            | 143 |
| Apêndice 5 – Algoritmo - Trabalhos em Espaços Confinados.....               | 144 |
| Apêndice 6 – Algoritmo - Detecção de Gases .....                            | 145 |
| Apêndice 7 – Quadro – Principais Características Gases .....                | 142 |
| Apêndice 8 – Algoritmo - Utilização Arica .....                             | 145 |
| Apêndice 9 – Procedimento de Resgate Remoto .....                           | 148 |

**ÍNDICE DE FIGURAS**

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Desempenho humano e nível de stress {Fonte: Felice e Petrillo, (2011)} ..... | 14 |
| Figura 2 – Ilustração da Teoria de Heinrich .....                                       | 16 |
| Figura 3 – Ilustração da Teoria do Queijo Suíço .....                                   | 17 |
| Figura 4 – Sheppard 2011 adaptado por Ganço 2013.....                                   | 25 |
| Figura 5 – Curvas F-N para diferentes sistemas {(Fonte: Skelton (1997, pag. 15))} ..... | 26 |
| Figura 6 – Poster ACT Espaços Confinados.....   | 30 |
| Figura 7 – Sinalização do espaço confinado.....   | 35 |
| Figura 8 – Medição de gases segundo a recomendação OSHA.....                            | 91 |

**ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS**

|   |     |
|---|-----|
| Representação fotográfica 1 – Recursos do ensaio n.º 1 .....                                  | 98  |
| Representação fotográfica 2 – Avaliação inicial do espaço ensaio n.º 1 .....                  | 99  |
| Representação fotográfica 3 – Início da monitorização do ensaio n.º 1.....                    | 99  |
| Representação fotográfica 4 – Diferentes fases do ensaio n.º 1 .....                          | 100 |
| Representação fotográfica 5 –Decomposição da matéria no ensaio nº1 .....                      | 102 |
| Representação fotográfica 6 – Monitorização inicial do espaço ensaio n.º2.....                | 106 |
| Representação fotográfica 7 – Acendimento da vela no ensaio nº2 .....                         | 106 |
| Representação fotográfica 8 – Redução do nível de oxigénio no ensaio n.º2 .....               | 107 |
| Representação fotográfica 9 – Relação direta entre oxigénio e monóxido no ensaio n.º2.....    | 107 |
| Representação fotográfica 10 – A vela apaga-se no ensaio n.º2.....                            | 108 |
| Representação fotográfica 11 – Abertura do espaço e reposição dos valores no ensaio n.º2. 108 |     |
| Representação fotográfica 12 – Monitorização continua de gases .....                          | 111 |
| Representação fotográfica 13– Acessos e trabalhos no interior do algar .....                  | 112 |
| Representação fotográfica 14 – Monitorização em contínuo de gases no interior do algar .....  | 113 |
| Representação fotográfica 15 – Oxidação das estruturas metálicas .....                        | 114 |

|  |     |
|--|-----|
| Representação fotográfica 16 – Comparação de trabalhos .....     | 116 |
| Representação fotográfica 17 – Vigia de espaços confinados ..... | 122 |

## ÍNDICE DE QUADROS

|  |     |
|--|-----|
| Quadro 1 – Estudos de Casos, Fonte: CSC 2017 .....                               | 48  |
| Quadro 2 – Adaptado, Resultados dos relatórios OSHA e MSHA (McManus, 1999) ..... | 61  |
| Quadro 3 – Controlo da monitorização oxigénio ensaio nº1 .....                   | 101 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|  |     |
|--|-----|
| Gráfico 1 – Adaptado – Causa da Morte (NIOSH, 1998) .....                    | 61  |
| Gráfico 2 – Adaptado - Fatalidades em espaços confinados (NIOSH, 1998) ..... | 62  |
| Gráfico 3 – Acidentes mortais em UK 2000-2012 (fonte HSE) .....              | 62  |
| Gráfico 4 – Monitorização do nível de oxigénio no ensaio nº1 .....           | 102 |



## SIGLAS E ACRÓNIMOS

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>ABNT</b>          | Associação Brasileira de Normas Técnicas (Brasil)   |
| <b>ACGIH</b>         | American Conference of Governmental Industrial Hygienists<br>(Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais)                |
| <b>API</b>           | American Petroleum Institute (Instituto Americano de Petróleo)  |
| <b>CDC</b>           | Centers for Disease Control and Prevention (Centros de Controle e<br>Prevenção de Doenças – Estados Unidos da América)                        |
| <b>COV</b>           | Compostos Orgânicos Voláteis (VOC - Volatile organic compound)  |
| <b>FFP</b>           | Filtering Face Pieces (Máscara fácil filtrante)   |
| <b>HSE</b>           | Health and Safety Executive (Executivo de Saúde e Segurança – Reino<br>Unido)   |
| <b>IDLH</b>          | Immediately Dangerous to Life or Health (IPVS) Imediatamente Perigoso<br>para a Vida ou Saúde   |
| <b>LEL &amp; UEL</b> | Lower and Upper Explosive Limit (LIE & LSE – Limite Inferior e Superior<br>de Explosividade)  |
| <b>NTOF</b>          | National Traumatic Occupational Fatalities Surveillance System<br>(Sistema Nacional de Vigilância de Fatalidades Ocupacionais<br>Traumáticas) |
| <b>NIOSH</b>         | National Institute for Occupational Safety and Health (Instituto Nacional<br>para Segurança e Saúde no Trabalho)                              |
| <b>NSC</b>           | The National Safety Council (Conselho Nacional de Segurança –<br>Estados Unidos da América)   |
| <b>OIT</b>           | Organização Internacional do Trabalho   |
| <b>OSHA</b>          | Occupational Safety and Health Administration (Administração de<br>segurança e saúde no trabalho – Estados Unidos da América)                 |
| <b>OSHC</b>          | Occupational Safety & Health Council (Conselho Segurança Saúde<br>Trabalho Hong Kong)   |
| <b>PPM</b>           | Partes por milhão   |
| <b>PID</b>           | Photoionization detector (Detetor de fotoionização)   |
| <b>TLV</b>           | Threshold Limit Values (VLE - Valor Limite de Exposição)  |

## DEFINIÇÕES

As definições apresentadas estão direta ou indiretamente relacionadas com o tema da dissertação e foram inseridas para auxiliar a compreensão ou análise de alguns pontos deste documento.

Análise do risco – Processo destinado a compreender a natureza do risco e a determinar o nível de risco (NP ISO 31000:2013).

Aparelho Respiratório Autônomo – Equipamento que fornece ar ao trabalhador por meio de uma máscara facial que se encontra ligada a um cilindro. O ar comprimido pode ter tido uma compressão de 200 ou 300 bar.

Apreciação do risco – Processo global de identificação do risco, de análise do risco e de avaliação do risco (NP ISO 31000:2013, 2.14 e DNP Guia ISO 73:2011 3.4.1).

Atmosfera Perigosa – Atmosfera que apresenta um potencial de morte, lesão ou doença devido à presença de gases ou vapores inflamáveis, deficiência ou enriquecimento de oxigénio ou substâncias tóxicas.

Atmosfera Tóxica – Qualquer atmosfera que o nível de contaminantes do ar exceda os limites de exposição permissíveis (PELs) da OSHA, os valores de limite inferior (TLVs) da ACGIH, os níveis recomendados exposição NIOSH ou valores de exposição (EN1796).

Autorização de entrada – Documento escrito ou impresso fornecido por um empregador para permitir ou controlar a entrada em um espaço confinado sob condições definidas para um propósito declarado durante um tempo especificado.

Calibração – Um laboratório ou banco de ensaio que redefine os pontos zero e os alarmes do instrumento de acordo com as especificações do fabricante. A calibração, quando não realizada pelo fabricante do equipamentos, pode ser realizada por um centro de serviço autorizado desde que reconhecido e autorizado pelo fabricante.

Critério do risco – Termos de referência em relação aos quais a significância de um risco é

avaliada (NP ISO 31000:2013, 2.22 e DNP Guia ISO 73:2011 3.3.1.3).

**Condições Ambientais Aceitáveis** – São as condições que devem existir para que o trabalhador entre com segurança no espaço confinado e realize o trabalho.

**Consignação** – Ato de transferir para alguém a responsabilidade pelo funcionamento de uma determinada máquina ou equipamento industrial, como ocorre nos processos da sua instalação ou durante os que se destinam à sua manutenção preventiva ou corretiva. Impede o funcionamento ou activação intempestiva dos equipamentos (fontes de energia) que a verificar-se, sem estarem reunidas as condições de segurança para tal, podem fazer perigar a integridade física ou a vida dos próprios ou terceiros.

**Corrosivo** – Um produto químico que causa destruição visível ou alterações irreversíveis nos tecidos vivos por ação no local de contato.

**Densidade Relativa de Um Gás** – Densidade relativa de um gás em relação ao ar, pode ser definida como a relação entre o peso do volume de gás e o peso do mesmo volume de ar.

**Efeitos agudos** – Alterações fisiológicas que ocorrem rapidamente como resultado da exposição a curto prazo a uma substância perigosa. Os efeitos agudos manifestam geralmente com 72 horas de exposição.

**Emergência** – Qualquer ocorrência ou evento inesperado, interno ou externo, que possa colocar em risco os ocupantes do espaço confinado.

**Engolfar** – Captura circundante e efetiva de uma pessoa por um líquido ou um sólido finamente dividido, que ao ser aspirado irá causar a morte por obstrução do sistema respiratório, ou que pode exercer força suficiente sobre o corpo para causar a morte por estrangulamento ou esmagamento.

**Espaço Confinado** – É grande o bastante e possui uma configuração que permite que um trabalhador possa entrar e realizar um trabalho, caracteriza-se por ter meios limitados ou restritos de entrada ou saída, não foi projetado para ocupação contínua de trabalhadores embora não se excluam espaços de ocupação regular, pode conter ou produzir

contaminantes.

Exaustão (ventilação) – Método de ventilação que captura os contaminantes do ar no ponto em que está a aspirar, e o transporta para um local remoto fora do espaço confinado.

Identificação do risco – Processo de pesquisa, de reconhecimento e de descrição dos riscos (NP ISO 31000:2013, 2.15 e DNP Guia ISO 73:2011 3.5.1).

Imediatamente Perigoso para a Vida ou a Saúde (IDLH) - Qualquer condição que represente uma ameaça imediata de perda de vida ou que possa resultar em efeitos irreversíveis ou imediatos à saúde ou possa resultar em danos aos olhos, irritação ou outras condições que possam impedir a fuga de um indivíduo do espaço confinado.

Índice Biológico de Exposição (IBE) – Considera-se indicador biológico um parâmetro que é avaliado num meio biológico do trabalhador, medido num determinado momento e, estando associado direta ou indiretamente à exposição global, considerando todas as vias de entrada no organismo de um determinado agente químico. NP1796, 2014.

Inertização – Tornar a atmosfera de um espaço confinado não inflamável, não explosivo ou quimicamente não reativo, deslocando ou diluindo a atmosfera original com um gás inerte, como argon ou azoto.

Irritante – Produto químico que não é corrosivo, mas que causa um efeito inflamatório reversível no tecido vivo no local de contato.

Limite Inferior de Explosividade (LIE) – Explosividade de um gás ou vapor no ar. É a sua concentração mínima em volume na mistura (gás/vapor - ar), acima do qual pode haver inflamação. NP1796, 2014.

Pessoa Autorizada – pessoa aprovada ou designada por um empregador para executar tarefas específicas ou para estar em locais específicos num local de trabalho.

Pessoa Competente – Uma pessoa que é capaz de identificar riscos existentes e previsíveis nos arredores, ou condições de trabalho perigosas para os trabalhadores, e que tem autoridade para tomar medidas corretivas imediatas. No que concerne à utilização de

equipamentos, a pessoa terá que ter conhecimentos teóricos e práticos na utilização, manutenção e deteção de defeitos do equipamento.

**Pessoa Qualificada** – Uma pessoa que, por posse de um diploma reconhecido, certificado ou posição profissional, ou que por extenso conhecimento, treino e experiência, demonstrou com sucesso a capacidade para resolver problemas relacionados ao objeto, trabalho ou projeto.

**Perigo** – Fonte ou situação com potencial para o dano, em termos de lesões ou ferimentos para o corpo humano ou danos para a saúde, para o património, para o ambiente do local de trabalho ou uma combinação destes (Lei nº 102/2009 Artigo 4º - Conceitos, alínea g) - A propriedade intrínseca de uma instalação, atividade, equipamento, um agente ou outro componente material). A palavra PERIGO também é utilizada com frequência, de acordo com definição da OSHAS 18001 (NP 4397), que representa uma qualquer condição que possa trazer perdas de vida ou resultados irreversíveis para a saúde.

**Risco** – Combinação da probabilidade e da(s) consequência(s) da ocorrência de um determinado acontecimento perigoso (Lei nº 102/2009 Artigo 4º - Conceitos, alínea h) - A probabilidade de concretização do dano em função das condições de utilização, exposição ou interação do componente material do trabalho que apresente perigo). Segundo a ISO Guide 73:2009 – Risk Management – Vocabulary, define o risco como o efeito da incerteza na obtenção dos objetivos, acompanhada dos apontamentos: Um efeito é um desvio, positivo e/ou negativo, em relação a uma pretensão. Os objetivos podem ter diferentes aspetos como por exemplo financeiros, de saúde, de segurança, ambientais, entre outros; O risco é frequentemente caracterizado por regência a potenciais eventos e consequência ou a combinação destes. Frequentemente expresso em termos de combinação das consequências de um acontecimento (incluindo as alterações das circunstâncias) e da sua probabilidade de ocorrência; A incerteza é o estado, mesmo que parcial, de deficiência de informação relacionada com o a compreensão ou conhecimento, das suas consequências ou da sua probabilidade.

**Threshold Limit Values (TLV)** – Designação da ACGIH que se refere à concentração de substância no ar, a que praticamente todos os indivíduos podem ser sujeitos dia após dia, sem efeitos adversos. Em Português são designados por VLE.

**Tubo Colorimétrico** – É um tubo de vidro preenchido com um material sólido que reage quimicamente com um contaminante de ar que é extraído e forçado a passar através do tubo. Geralmente usa-se uma bomba manual. O resultado é dado pela mudança de cor, cujo comprimento da linha é proporcional à concentração do contaminante.

**Short Term Exposure Limit** – Concentração máxima que não pode ser excedida mais que 4 vezes por um período de 15 minutos de cada vez, ao longo de um turno de trabalho. Deverá haver uma hora de intervalo entre cada período de exposição.

**Valor Limite de Exposição (VLE)** – Concentração de agentes químicos à qual se considera que praticamente todos os trabalhadores possam estar expostos, dia após dia, sem efeitos adversos para a saúde.

**Valor Limite de Exposição – média ponderada (VLE–MP)** – Concentração média ponderada para um dia de trabalho de 8h e uma semana de 40h, à qual se considera que praticamente todos os trabalhadores possam estar expostos, dia após dia, sem efeitos adversos para a saúde.

**Valor Limite de Exposição – curta duração (VLE–CD)** – Concentração à qual se considera que praticamente todos os trabalhadores possam estar repetidamente expostos por curtos períodos de tempo, desde que o valor de VLE-MP não seja excedido e sem que ocorram efeitos adversos.

**Valor Limite de Exposição – concentração máxima (VLE–CM)** – Concentração que nunca deve ser excedida durante qualquer período da exposição.

**Ventilação** – Sistema que introduz ar fresco em um espaço confinado e depende de seu movimento para misturar e diluir o ar contaminado.

## 1. INTRODUÇÃO

O meu interesse pelo tema espaços confinados começou há mais de 25 anos, primeiramente pela área desportiva como um curioso das atividades de espeleologia, mais tarde pelo exercício da minha atividade enquanto militar da Marinha de Guerra Portuguesa, e nos últimos 17 anos pelo exercício das funções que desempenho na Tecniquitel enquanto coordenador da equipa de resgate industrial e formador de cursos sobre os espaços confinados. Desde muito cedo que comecei a pesquisar informação sobre o que poderia existir escrito sobre o tema em Portugal e em outros países. Ao longo dos anos fui identificando e compilando informação, livros, documentos técnicos, legislação e procedimentos de várias empresas e países.

Das leituras destaco um relato de um técnico que descrevia a sua experiência num acidente que tinha ocorrido em julho de 1977, onde seis trabalhadores de Maryland morreram em três acidentes, mas todos no mesmo local e num intervalo de tempo inferior a seis meses. Conseguia-se retirar das palavras uma magoa marcante, porque só depois dos acidentes, em que algumas das vítimas lhe eram pessoas próximas, é que a empresa decidiu criar procedimentos e regras para entrada em espaços confinados.

A referência ao ano em que ocorreram os acidentes poderia passar despercebida se trinta anos após este tipo de acidentes não continuassem a ocorrer. Deixando uma mágoa maior quando esses acidentes acontecem em empresas ou com pessoas com quem também possamos ter afinidade.

Os acidentes em espaços confinados não acontecem com frequência, mas quando ocorrem, geralmente são fatais. É alarmante verificar-se que muitos dos acidentes em espaços confinados quase sempre envolvem várias vítimas!

Como evidenciado pelos relatórios emitidos pela Administração de Segurança e Saúde Ocupacional (OSHA) e pelo Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional (NIOSH), o fator que mais frequentemente origina múltiplas vítimas é a tentativa não pensada ou planeada de resgate. Constata-se através dos relatórios de acidentes que os esforços para resgatar uma vítima no interior de um espaço confinado são normalmente feitos pelos trabalhadores que estão no local, bem intencionados mas não treinados, que, desconhecendo os riscos dos espaços confinados, respondem a uma situação de emergência emocionalmente e não racionalmente.

Os espaços confinados são considerados pela esmagadora maioria das pessoas como locais potencialmente perigosos. Para que se possa vir a reduzir a probabilidade dos espaços confinados terem efetivamente a capacidade de ferir ou matar um trabalhador é essencial uma boa identificação dos perigos e uma correta avaliação dos riscos.

Caso não exista um correto entendimento entre a diferença do que se entenda por risco percecionado e o risco real, as tarefas continuarão a ter um elevado potencial de dano, dando aos espaços confinados a imagem que sempre tiveram, ou seja, que são locais verdadeiramente perigosos.

Segundo John Rekus, consultor de segurança independente e autor do manual completo de espaços confinados, do Conselho Nacional de Segurança dos Estados Unidos, que à data da publicação do livro já contava com mais de vinte anos de experiência em regulamentação da OSHA, alertava no livro que publicou em 1994 para o facto de todos dizerem que um nível de oxigénio de 19,5% ser considerado um valor seguro para se autorizar a entrada em espaços confinados, mas venceu bem que, o que toda a gente diz está errado!

Refere que os padrões da OSHA estabelecem requisitos mínimos, mas não oferecem conselhos, orientações ou comentários sobre como alcançar a conformidade. Todos os códigos, regulamentos e normas, quer sejam emitidos pela NFPA, ANSI ou qualquer outro órgão normativo, presumem que os leitores tenham uma base substancial de conhecimento técnico relacionado ao assunto em questão.

É da opinião que, os códigos, regulamentações e procedimentos não devem ser encarados como “livros de culinária” que nos dizem como fazer algo, ao contrário, são documentos que resumem expectativas específicas. Dá como exemplo os códigos para a construção civil, que resumem os requisitos que as estruturas devem ter, mas não dizem aos trabalhadores da construção civil como usar suas ferramentas e equipamentos. Presumindo-se que os trabalhadores já tenham o conhecimento teórico e prático necessário para construir um prédio, e que seguirão os códigos para garantir que as orientações específicas para a construção sejam aplicadas.

Da mesma forma, a regulamentação que possa existir sobre espaços confinados pressupõe que os trabalhadores tenham conhecimento técnico substancial em áreas como, a deteção de gases, a toxicologia, proteção contra quedas, selecção e identificação de equipamentos adequados à função, proteção contra máquinas, proteção contra incêndio,



instrumentação, segurança elétrica, sistemas de consignaçoão, métodos para ventilação, formação sobre atitudes comportamentais.

John Rekus, com a experiência que foi acumulando ao longo dos anos percebeu que a maioria das pessoas não têm uma ideia formada do valor seguro de oxigénio, e que a generalização do valor de referência de 19,5% pode em algumas situações levar a consequências fatais.

Um dos exemplos é sobre o primeiro caso em que trabalhou como testemunha especializada num acidente em espaços confinados. Citando o autor: *“o supervisor de entrada em espaços confinados, de uma empresa contratada de limpeza de tanques, testou a atmosfera do espaço confinado para onde se pretendia entrar, para realizar a tarefa de limpeza. Ao fazer a monitorização do espaço constatou que continha 20,1% de oxigénio. O supervisor não ficou minimamente preocupado com o valor e testemunhou com grande confiança que sabia que até 19,5% era seguro para se entrar e trabalhar (tinha sido o que aprendeu num curso que frequentou e onde lhe foi ministrada a informação do que estava na OSHA). Na verdade, estava alheio ao aviso que o detetor de gases lhe estava a dar. Três pessoas, incluindo o diretor de segurança da fábrica, morreram quando entraram na atmosfera que estava deficiente de oxigénio.”*

Sem nunca explicar o que terá efetivamente tirado a vida às pessoas que entraram no espaço confinado, e sabendo que uma atmosfera com 20,1% de oxigénio só por si não comprometeria a segurança de quem pretendia entrar no espaço confinado, verificou-se que o supervisor tinha uma indicação de que haveria um risco atmosférico presente, que lamentavelmente não foi compreendido em tempo útil.

A responsabilidade da não compreensão desta informação é de todos, começando pelo Estado por falta de legislação objetiva e suficientemente esclarecedora, os sistemas de ensino e formação profissional por reproduzirem conceitos que muitas vezes acentam em práticas empíricas, as empresas por desvalorizarem o tema em prologo de outros assuntos que entendem como prioritários e por último mas não menos importante, os próprios trabalhadores, que acabam por não dedicar o tempo e a atenção que o assunto, na minha modesta opinião, merece.

De acordo com os dados apresentados na página oficial Confined Spaces Control Covers, só nos Estados Unidos da America ocorreram 431 incidentes em espaços confinados entre 1992 e 2005, com 530 mortes devido a atmosferas com deficiência de oxigénio e/ou tóxicas.

Entre 18 de agosto de 2009 a 31 de dezembro de 2009 foram registadas 36 mortes e 6 trabalhadores foram internados relacionados com acidentes em espaços confinados. Em 2010 foram registadas 63 mortes de trabalhadores e 28 trabalhadores foram internados, relacionados com acidentes em espaços confinados. Em 2011 ocorreram 22 mortes de trabalhadores relacionados com acidentes em espaços confinados.

### 1.1. Contextualização

Pretendo com este trabalho fazer uma análise pormenorizada aos valores de oxigénio que podem, ou devem, estar num espaço confinado e assim conseguir melhorar o entendimento do que se possa definir como um local potencialmente perigoso.

Os riscos que podem estar presentes num espaço confinado podem ser imensos e diversos, e ao isolar neste trabalho a avaliação do nível de oxigénio não é com o intuito de lhe dar uma maior dimensão perante outros riscos que possam ser identificados, é sim para melhor analisar uma informação que têm passado de geração em geração, e que continua a vitimar pessoas pelo mundo fora.

Na avaliação da atmosfera de um espaço confinado o nível de oxigénio caminha paralelamente à necessidade de se indentificarem as atmosferas que possam ser potencialmente explosivas ou inflamáveis, mas é no oxigénio que começa a compressão da necessidade de despoltar eventuais medias,.

Há muitos anos que os espaços confinados foram identificados como locais de trabalho perigosos, e é essencial a elaboração de regulamentos e procedimentos que permitam salvaguardar a vida dos trabalhadores que necessitam de entrar nesse tipo de espaços.

Segundo Peake (2006) ao se identificarem todas as atividades perigosas, é possível reconhecer e avaliar os locais de trabalho onde elas ocorrem.

Em 1970 nos Estados Unidos da América (EUA) foi criada a lei de segurança e saúde no trabalho, dando ênfase à necessidade de implementação de padrões que permitissem proteger a saúde e segurança dos trabalhadores expostos aos perigos dos locais de trabalho.

Foi publicado em 1979 pelo NIOSH um documento que apresentava pela primeira vez um conjunto de procedimentos para a proteção dos trabalhadores em espaços confinados.

Em julho de 1987, o NIOSH volta a publicar um novo guia de segurança para espaços confinados, com enfoque na identificação dos espaços, nas medidas que deveriam ser tomadas quando um espaço confinado apresenta um risco atmosférico. O documento alerta para a falta de consciência do risco e para as tentativas de resgate não planeadas encaminharam trabalhadores para a morte.

O Projeto FACE (Circunstâncias e Epidemiologia de Acidentes Fatal) da NIOSH concentrou grande parte do seu esforço analisando e relatando as fatalidades relacionadas com espaços confinados, entre os anos de 1984 e 1988. Os relatórios contribuíram significativamente para a melhor compreensão dos riscos decorrentes de trabalhos em espaços confinados (OSHA, 1993).

Em 14 de janeiro de 1993, a OSHA emitiu o documento para a indústria 29 CFR 1910.146, em que descreve procedimentos e metodologias para a proteção dos trabalhadores que precisavam de entrar e permanecer dentro de espaços confinados.

O "North West Occupational Health and Safety" realizou um estudo em 1999, sobre acidentes relacionados com trabalhos em espaços confinados, no período de 1982 a 1990, com base em pesquisas conduzidas pela OSHA, NIOSH e MSHA (MacCarron, 2006). Constatou-se que as recomendações propostas pelo NIOSH, se já existissem em 1979, poderiam ter impedido muitas das mortes que aconteceram dentro dos espaços confinados.

A necessidade e a importância de estabelecer procedimentos escritos, definir responsabilidades, educar e treinar todos os trabalhadores envolvidos em atividades de espaço confinado como forma de reduzir o número de mortes nestes locais de trabalho foi evidente (Manwearing & Conroy, 1990).

Em Portugal, a Autoridade para as Condições de Trabalho produziu em 2013 um guia de segurança e saúde do trabalho para micro, pequenas e médias empresas (Freitas & Cordeiro, 2013). No ponto 17 do documento está ilustrada a problemática do trabalho em espaços confinados, mas não clarifica o que significa a insuficiência de oxigénio.

Usando um dos ensinamento da professora Odete Pereira, para saber onde queremos chegar é preciso definir o objetivo, o qual pode ser feito com base na pergunta de partida. A minha pergunta de partida para esta dissertação é saber qual o valor seguro de oxigénio para se poder entrar e trabalhar em segurança dentro de um espaço confinado.

## **1.2. Objetivos**

A dissertação tem como objetivo principal alertar para o que se entende como nível seguro de oxigénio dentro de um espaço confinado.

Fornecer ferramentas de apoio à compreensão, a todos os que se envolvam direta ou indiretamente com trabalhos em espaços confinados.

Para que as regras que sejam definidas possam estar em sintonia com os princípios gerais de segurança laboral e que acima de tudo possam ser entendidos por todos como um princípio de salvaguarda.

### **1.2.1. Objetivo Geral**

Enquadrar o tema dos espaços confinados e fundamentar o porque de não se poder aceitar como normal a redução do nível de oxigénio. Para alcançar esse objetivo será feita uma análise à forma como se interpretam os contaminantes do ar, como funciona o sistema respiratório e a relevância que este tema têm para os espaços confinados.

### **1.2.1. Objetivos Específicos**

Verifica-se que empresas e trabalhadores se têm baseado muito na experiência empírica, que leva à repetição de práticas de trabalho que podem comprometer a segurança de todos.

A dissertação visa clarificar conceitos e apresentar um modo de atuação seguro perante o perigo espaço confinado, em específico, perante o risco da carência de oxigénio.

Ao longo do trabalho irei analisar e comentar a informação técnica científica que recolhi sobre o tema espaços confinados, com enfoque na interpretação que é feita aos valores de oxigénio.

Explicar o funcionamento do sistema respiratório e qual a relevância que pode ter para os espaços confinados, para melhor se compreender o tema da dissertação.

Posicionar-me em relação à forma como se interpreta e determina que 19,5% de oxigénio é um valor seguro.

Definir e justificar o que é um valor seguro de oxigénio para se entrar num espaço confinado.

Apresentar um conjunto de ferramentas de suporte, tais como modelo de identificação dos espaços confinados, fluxograma para trabalhos em espaços confinados, para a utilização de deteores de gases e utilização de aparelhos respiratórios isolantes de circuito aberto, modelo de autorização de trabalho e um guia de resgate para os vigias de espaços confinados.

### **1.3. Estrutura do Trabalho**

A dissertação está organizada por capítulos, numa sequência onde no capítulo 1 - introdução, é feita a identificação do problema. No capítulo 2 - conceitos gerais de segurança, são apresentados os principais conceitos de segurança que direta ou indiretamente estão relacionados com tema da dissertação. No capítulo 3 - revisão da literatura é feita uma análise e reflexão à forma como outros países tratam a problemática dos espaços confinados e como identificam o nível de oxigénio. No capítulo 4 - estatísticas, são apresentados alguns dados, que permitem ilustrar a dimensão do número de pessoas que perdem a vida, por falta de perceção do problema. No capítulo 5 - espaço confinado, é dedicado na integra à análise cuidada e detalhada sobre o conceito espaço confinado e os principais princípios que envolvem esta atividade. No capítulo 6 - exemplos práticos, são apresentados os resultados de duas experiências laboratoriais e de dois estudos de caso que vivenciei, para no final cruzar a informação que foi recolhida das experiências e dos estudos de caso com os conceitos teóricos apresentados nos capítulos anteriores. No capítulo 7 - proposta, são apresentadas as sugestões que em entendimento próprio podem ajudar a minimizar o impacto que as atividades em espaços confiandos tem em matéria de acidentes graves e mortais A dissertação termina com o capítulo 8 c- onclusão, onde são inseridas as opiniões que resultam da dissertação.

### **1.4. Cronograma**

O trabalho de preparação para a elaboração da dissertação inciou-se em julho de 2017 com a recolha de informação. O período de agosto a outubro 2017 foi utilizado para a realização das experiências laboratoriais. De janeiro a maio de 2018 fiz a compilação da informação recolhida, e os meses de Junho e Julho 2018 foram usados para a elaboração do

documento da dissertação, a qual foi produzida com o propósito de sensibilizar todos os que se cruzam com a problemática dos espaços confinados e em particular com a perigosidade da carência do nível de oxigénio, assim como teve como propósito fornecer orientações e ferramentas de apoio aos trabalhos em espaços confinados.



## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Ao longo das últimas décadas produziram-se e foram publicados muitos documentos sobre o tema espaços confinados. Importa referir que este ponto da dissertação não visa uma análise detalhada ao que tenha sido produzido sobre o tema espaços confinados, visa sim resumir a forma como é entendido o tema espaços confinados e em particular como é feita a interpretação do nível de oxigénio para a validação de entrada nos espaços confinados por diversos países, incluindo Portugal.

Existem países como os Estados Unidos da América que possuem uma larga experiência em matéria de espaços confinados. Essa experiência resulta da existência de muitos acidentes graves e mortais, os quais ao longo dos anos deram origem à criação de regras, procedimentos, legislação, para assim se conseguir reduzir os valores associados a índices de acidentes, contribuindo para uma melhoria significativa das condições de trabalho em espaços confinados.

Em Portugal existe pouca documentação sobre o tema espaços confinados, mas outros países possuem uma maturidade diferente, já testaram diferentes métodos de identificação de perigos e avaliação de riscos, implementaram metodologias que foram sendo ajustadas com o passar do anos e criaram legislação específica para dar resposta às necessidades emergentes, que nos permite indentificar e compreender qual o percurso que deverá ser feito.

Para a revisão da literatura foi usado o mecanismo de busca Exlibris MetaLib, Google Académico, página de organismos oficiais na área da segurança de diferentes países, como a Alemanha, Austrália, Brasil, Canadá, Espanha, Estados Unidos da América, França, Hong Kong, Índia, Inglaterra, Irlanda, Itália e Portugal.

Num sentido lato poder-se-á dizer que na definição de espaço confinado até o próprio planeta Terra se pode enquadrar na definição, mas para este trabalho sempre que for referido o termo “espaço confinado”, refere-se a um local específico de trabalho que em regra geral não foi construído para ser ocupado continuamente por trabalhadores, as suas dimensões de acesso são por norma mais reduzidas, com vias de acesso estreitas (exemplo: porta de homem), que podem conter níveis de oxigénio fora do normal da atmosfera, e pode conter ou produzir contaminantes tóxicos ou explosivos.

Processos de manutenção, limpeza ou drenagem, podem criar atmosferas com concentrações de gases que transformam a atmosfera. Ao diminuir o nível de oxigénio outros gases ocupam o espaço. Os gases combustíveis são libertados das superfícies sob as incrustações orgânicas, dos pontos baixos ou altos, das flanges e demais conexões ou válvulas. Da mesma forma, os gases tóxicos também se formam pela ação de solventes ou produzidos pela reação química entre estes e outros materiais utilizados na limpeza.

Pós e poeiras inflamáveis, tais como carvão, trigo, celulose, fibras, plásticos em partículas finamente divididas, criam atmosferas explosivas, com maior intensidade se estas atmosferas estiverem confinadas.

Trabalhos de soldadura, cortes a quente, tratamento térmico, funcionamento de motores a combustão no interior de espaços confinados, podem criar atmosferas de alto risco ou perigosas. A deficiência de oxigénio é causada pelo seu consumo, nas reações de combustão ou nos processos de oxidação. Os gases tóxicos, como o monóxido de carbono, são produzidos facilmente, como por exemplo uma combustão incompleta. Outros gases podem ser produzidos pelo material aquecido como por exemplo, vapores de mercúrio, chumbo e outros metais pesados.

Depois da identificação dos perigos, surge a necessidade da avaliação dos riscos que resultam de uma combinação da probabilidade da ocorrência de um determinado acontecimento perigoso, como por exemplo a alteração do nível de oxigénio (excesso e/ou carência do nível de oxigénio), o aparecimento de substâncias perigosas (explosivas/inflamáveis/tóxicas), quedas, projeções, impactos de objetos ou desmoronamentos, a possibilidade de existir choque elétrico, o calor excessivo que possa provocar exaustão, queimaduras térmicas, exposição química, exposição ao ruído, exposição à vibração, obstrução das passagens estreitas, e dificuldade de resgate de acidentados.

## **2.1. Conceitos Gerais de Segurança**

Este subcapítulo faz uma análise à literatura existente sobre os principais conceitos da segurança laboral. Servirá esta informação para posteriormente melhor se enquadrar a aplicabilidade dos conceitos e definições a uma matéria tão específica como são os



trabalhos em espaços confinados, e em particular, à forma como se identifica e interpreta o nível de oxigénio.

Para este capítulo foi considerada a completa e exemplarmente estruturada revisão literária que consta do trabalho académico de Celso Pacheco (2012), do Instituto Politécnico de Setúbal, sobre o tema Percepção de Risco e Comportamentos Seguros, na medida em que as definições se inserem no conteúdo desta tese. A estrutura das definições foi mantida, conjuntamente com as referências bibliográficas, sendo adicionada ao conteúdo existente a informação que, em entendimento próprio, permitiu ilustrar ou enriquecer alguns conceitos.

### **1.2.1. Acidentes, Atos e Condições**

#### **2.1.1.1. Acidentes de Trabalho**

De acordo com o a Lei n.º 98 (2009), o artigo 8.º define o acidente de trabalho como sendo aquele que se verifique no local e no tempo de trabalho e produza directa ou indirectamente lesão corporal, perturbação funcional ou doença da qual resulte uma redução na capacidade de trabalho ou de ganho ou a morte.

No passado acreditava-se que o acidente era um acaso infeliz, um azar, que era governado por uma mão oculta que seria impossível controlar, como por exemplo o destino. Atualmente os especialistas já provaram que os acidentes não são obra do acaso e que muito menos dependem da sorte ou do azar; são, antes, consequência de um processo anterior que não recebeu a devida atenção (Roeder, 2003).

Os incidentes são acontecimentos decorrentes de um processo de trabalho em que poderia ter ocorrido um dano material ou humano, que, concretizando-se de facto nesse dano de gravidade variável, se converte num acidente (OSHAS 18001: 2007).

#### **2.1.1.2. Ato inseguro**

Conforme Pacheco sistematiza a definição de Bley (2007), o ato inseguro associa-se ao fator humano, na maneira pela qual, consciente, inconscientemente ou circunstancialmente, a pessoa física ou jurídica se expõe a si ou a outras pessoas ao risco

de acidente, contrariando uma norma ou princípio de segurança, trabalhando incorretamente.

Recorrendo a Zocchio (2002), os atos inseguros são os fatores pessoais dependentes das ações dos homens que sejam fontes causadoras de acidentes, ou, como refere Reason (1997, referido por Pacheco, 2012), atos inseguros são os ingredientes dos quais os acidentes são feitos.

O ato inseguro é cometido por uma pessoa física (exemplo: andar de bicicleta na ciclovia sem capacete). Já o ato inseguro administrativo é cometido por uma pessoa jurídica (exemplo: ordem de descargas no rio). Significa que, tanto no caso da pessoa física como da pessoa jurídica, o ato inseguro pode ser evitado, sobretudo controlando os fatores que podem levar a esse ato inseguro (Neves *et al.*, 1996).

Como refere Pacheco (2012), grande parte dos acidentes do trabalho acontece em função do comportamento das vítimas, mas a atenção deve ser dada ao motivo que leva as pessoas a assumirem um comportamento de risco, de maneira passiva e sem cuidado, com potencial para lesá-las ou até matá-las (Pacheco, 2012, referindo Oliveira, 2002), sendo que o motivo pode, inclusive, ser alvo de interpretação errada.

### **2.1.1.3. Condição insegura**

«Condição insegura significa uma condição do meio que pode causar ou favorecer a ocorrência de acidente» (Pacheco, 2012: 8). Antes do acidente ocorrer ela é considerada risco; após o acidente, passa a ser causa (Neves *et al.*, 1996). A condição insegura tanto poderá estar presente na atmosfera do local de trabalho, como nas instalações, equipamentos, substâncias utilizadas e métodos de trabalho empregues.

São responsáveis pela maioria dos acidentes, mas podem ser apenas uma parte da questão, uma vez que podem ocorrer em simultâneo atos inseguros e, na sequência de ambos, acidentes. De forma a integrar uma leitura conjunta de ambos – condições inseguras e atos inseguros – Bley (2007) sugere que se utilize antes o conceito de condições inadequadas do trabalho.

#### **2.1.1.4. Fator pessoal de insegurança**

Segundo a OIT (1996), o fator humano está associado a uma boa produtividade, referindo que os empregados devem ter a sensação de pertencer à empresa, devem desenvolver um sentido de segurança e sentir que trabalham num ambiente seguro, saudável e enriquecedor.

Os problemas pessoais de um indivíduo podem ser considerados como um fator pessoal de insegurança agindo sobre o empregado, e podem vir a provocar acidentes (Pacheco, 2012). Os mesmos podem levar o ser humano a cometer um ato inseguro, criar uma condição insegura ou colaborar para que estes continuem a existir. Podem acontecer, por responsabilidade do indivíduo, de forma consciente ou inconsciente. Podem ainda ser inerentes ou não ao ser humano, pelo seu modo de agir como indivíduo ou profissional (medo/insegurança) (Neves *et al.*, 1996).

Uma perturbação é sintoma de desequilíbrio afetivo e que pode gerar acidentes, sendo que uma das características dos indivíduos frequentemente acidentados é a revolta contra a autoridade (Coleta, 1991, referido por Pacheco, 2012).

Para além das perturbações individuais, pode existir ainda um vasto conjunto de “problemas pessoais” do indivíduo, tais como os problemas de saúde não resolvidos, os contextos familiares complexos e/ou situações de conflito, a falta de interesse pela atividade que desempenha ou pelas condições de trabalho disponibilizadas, o consumo de álcool em excesso e/ou dependência de álcool, o uso de substâncias psicoativas e/ou problemas de adição às mesmas, os problemas diversos de ordem social, económica e /ou psicológica.

#### **2.1.1.5. Erro Humano**

No âmbito do erro humano refere-se a importância que Reasone Hobbs, (2003, p.10) atribui à formação, ao treino e à motivação, ao afirmar: “Se este livro tem um tema constante, é o de se afirmar que as situações e os sistemas são fáceis de mudar, especialmente quando as pessoas envolvidas estão bem treinadas e motivadas ....”.

O desempenho humano é ainda influenciado pelo nível de stress. Características do sistema e do indivíduo estão na origem dos níveis de stress, que se desajustados, tanto por excesso como por defeito, contribuem para uma redução do desempenho humano e para o erro humano. O stress pode ser de diferentes tipos como a carga de trabalho, a frustração ou a

mudança entre outros (Felice e Petrillo, 2011). A figura 1 representa a variação do desempenho humano com o nível de stress.

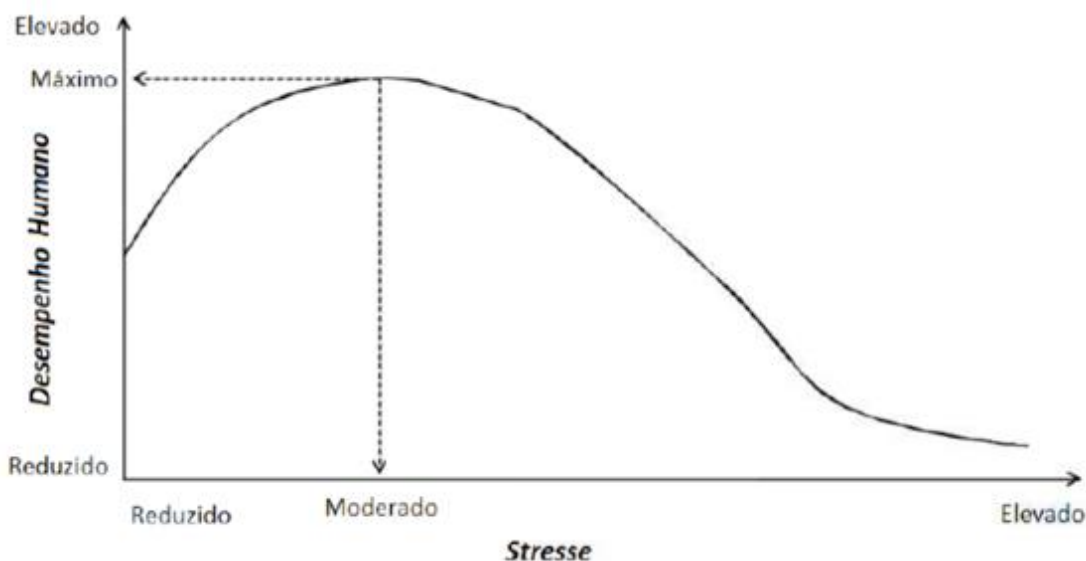


Figura 1 – Desempenho humano e nível de stress {Fonte: Felice e Petrillo, (2011)}

Ganço (2013) refere Swain, (1982) apud Hollnagel (1998, p.42) o erro humano pode ser de omissão ou de execução, afirmando Hollnagel (id, p.43) *“aparentemente só há um modo de algo não ser feito, enquanto existem muitos modos de algo ser feito corretamente ou de modo inadequado”*, pelo que se pode considerar os seguinte tipos de erros: Erro de omissão – não execução de uma operação que estava inicialmente programada, /toda a operação ou passo/passos de uma operação). Erro de execução – execução da operação, mas não da forma prevista nomeadamente em termo de erro de seleção, de sequência, de derivação (introdução de uma ação não prevista), qualitativo (intensidade errada), de atuação fora de tempo (mais cedo, mais tarde), por desempenho incorreto (não observar um procedimento, uma boa prática, ...).

Para Pereira e Sena (2012: 144), “as causas para o erro humano em estruturas podem ficar a dever-se a negligência, autoridade inadequada, falta de capacidade de comunicação, educação inadequada, incompetência, qualificação formais inadequadas, prática muito dirigida e específica e experiência inadequada”.

#### **2.1.1.6. *Investigação das causas do Acidente de Trabalho***

A causa do acidente do trabalho será a que lhe deu origem no espaço e no tempo, sendo que os riscos ou perigos de acidentes deverão ser identificados (Zocchio, 2002).

Um acidente não é unicausal mas sim pluri ou multicausal: ele não tem origem em apenas uma causa mas em várias que se vão acumulando até àquela que despoleta o ato imediato que ativa a situação do acidente (Geller, 1994, referido por Pacheco, 2012).

As causas podem ser de ordem diversa: humana, material e fortuita. As causas humanas relacionam-se com ações perigosas criadas pelo homem, decorrentes de fatores como incapacidade física ou mental, falta de conhecimento, experiência, motivação, stress, não cumprimento de normas, regras e modos operatórios, dificuldade em lidar com a figura de autoridade e vivências de sofrimento, entre outras (Pacheco, 2012).

As causas materiais têm na sua base questões técnicas e físicas perigosas, apresentadas pelo meio ambiente quer natural, quer construído e ainda por defeitos dos equipamentos (Pacheco, 2012).

As causas fortuitas, mais raras, estão relacionadas com fenómenos atmosféricos incontrolláveis, podendo no entanto constituir-se por vezes como a causa única dos acidentes de trabalho (Pacheco, 2012).

### **1.1.2. Modelos Teóricos**

#### **2.1.2.1. *Teoria de Heinrich***

A teoria do dominó proposta por Heinrich (1980) como um dos primeiros modelos sequenciais considera que existem cinco fatores na sequência do acidente e são o ambiente social (as condições que nos levam a aceitar o risco), as falhas individuais, os atos ou condições inseguras (fraco planeamento, equipamento inseguro, ambiente perigoso, etc.) e os acidentes e feridos. Os elementos estão organizados em efeito dominó, que caso a primeira peça caia irá provocar em cadeia a queda de todas as outras, como representado na figura 2.

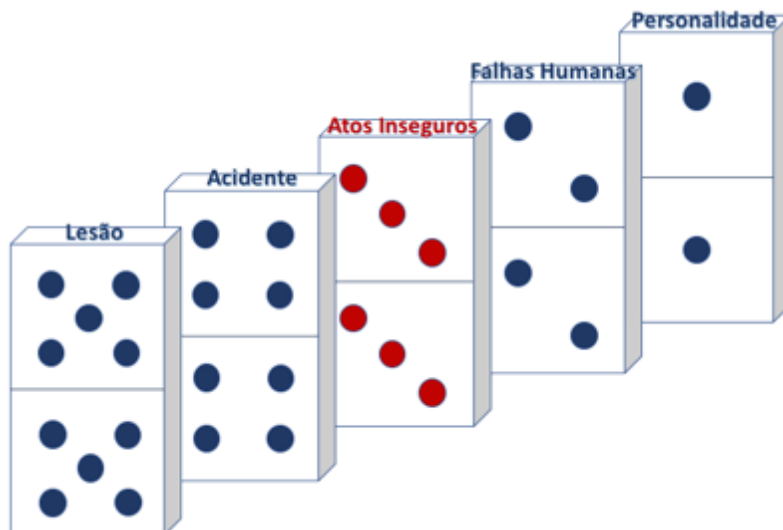


Figura 2 – Ilustração da Teoria de Heinrich

Um evento indesejado ou inesperado (a causa primeira) inicia a sequência de eventos subsequentes que levam ao acidente e posterior lesão. Como modelo sequencial, implica que exista uma única causa, presumindo-se que a inexistência ou irradicação da causa eliminaria a existência do acidente. No entanto, a complexidade da realidade impede que este modelo possa ser a resposta para qualquer acidente, uma vez que pode haver mais do que uma causa.

#### **2.1.2.2. Teorias de Sistema e Abordagens Sociotécnicas**

Uma alternativa ao modelo unicausal de Heinrich, e porque teremos de considerar também a dimensão humana dos acontecimentos, é a teoria “sociotécnica”. Ela defende que os “agentes humanos” e as instituições sociais são partes integrantes de sistemas técnicos e que a concretização dos objetivos organizacionais estará dependente da conjunção dos aspetos técnicos e sociais das instituições (Trist & Bamfort, 1951, referidos por Pacheco 2012), integrando uma leitura das interações e inter-relações entre os fatores técnicos, humanos, sociais e organizacionais do sistema.

#### **2.1.2.3. Teoria do “Queijo Suíço”**

Pacheco (2012) lembra que Reason (1990) desenvolveu um modelo organizacional para explicar a causa dos acidentes em sistemas tecnológicos complexos. Distanciando-se de Heinrich (modelo unicausal) ao tomar a interconexão de vários fatores que ocorrem em

diferentes níveis da organização como central, Reason (1990) dá ênfase ao conceito de segurança organizacional. Na sua leitura, as defesas (barreiras de protecção materiais, humanas e procedimentos) podem falhar. Nesta abordagem, sintetiza Pacheco (2012), a causa imediata ou próxima do acidente é a falha das pessoas que estão diretamente envolvidas na regulação do processo ou em interação com a tecnologia. Passa a ser central o conceito de acidente organizacional, decorrente de situações em que as condições latentes emergem de aspetos como as práticas dos gestores na decisão ou as influências culturais, combinadas adversamente com eventos locais provocados (tais como clima, localização, etc.) e falhas ativas (erros e/ou violação de procedimentos) efetuadas por indivíduos ou equipas nos limites de uma organização para produzir um acidente (Pacheco, 2012). Quase todos os eventos adversos (“buracos”, na teoria do “queijo suíço”) envolvem a combinação de falhas ativas e condições latentes. As falhas ativas são os atos inseguros cometidos pelas pessoas que se encontram em contacto direto com o sistema e referem-se a descuidos, esquecimentos, erros, deslizamentos e violação de procedimentos (Pacheco, 2012). As mesmas têm um impacto curto e direto na integridade das defesas, como representado na figura 3.

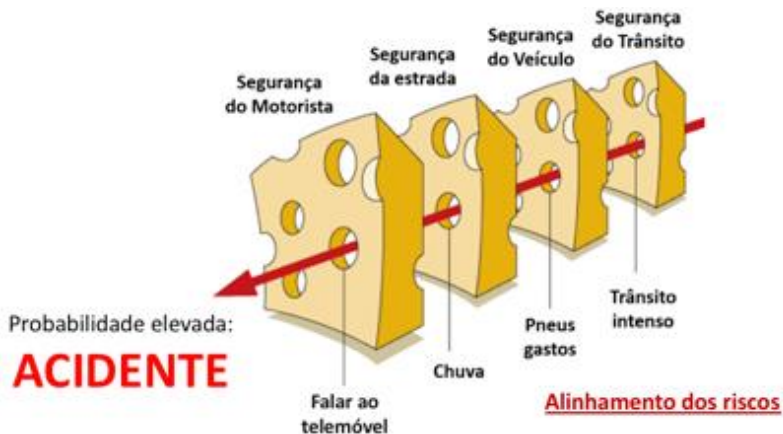


Figura 3 – Ilustração da Teoria do Queijo Suíço

### 1.1.3. Cultura de Segurança

A cultura de segurança, decorre da crescente necessidade de prevenção de acidentes e da atual complexidade das organizações. Esta cultura de segurança é, para Cooper (2000), parte integrante da cultura organizacional, enquanto Reason (1997) a definia como sendo uma cultura de comunicação e aprendizagem onde as questões de segurança eram a prioridade. Em ambos o denominador comum da cultura de segurança são as práticas de



gestão da organização. Lembra Pacheco (2012) que o conceito Cultura de Segurança foi utilizado pela primeira vez durante o congresso da Agência Internacional de Energia Atómica (AIEA) em 1986, e tendo o congresso como tema central o acidente ocorrido com o reator nuclear de Chernobyl . Na leitura dos investigadores, os sistemas de segurança haviam falhado, não pela ausência de normas e procedimentos, mas antes pela escassa cultura de segurança. Os fatores humanos e organizacionais passavam, então, a ganhar destaque na atribuição de responsabilidades.

A cultura de segurança de uma organização reflete-se no modo como a segurança é gerida no local de trabalho. Um sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho de uma organização não pode consistir num conjunto de políticas e procedimentos que ficam arquivados. O sistema de gestão da segurança é, de um modo geral, a maneira como a segurança é tratada no local de trabalho e como as políticas e procedimentos são implementados no local de trabalho (Kennedy & Kirwin, 1995, referidos por Pacheco, 2012).

Reason (1998, referido por Pacheco, 2012) destaca a importância da criação de uma cultura informada, não assumindo *a priori* que não existir informação que aponte para as questões de insegurança de uma empresa seja o mesmo que dizer que ela é segura, sendo fundamental “reunir o tipo certo de informação”. A cultura informada requer que a gestão da segurança esteja atenta aos numerosos fatores que têm impacto sobre os sistemas de segurança (humanos, técnicos, organizacionais e ambientais).

No modelo de Cooper (2000) está implícita uma relação de reciprocidade entre as pessoas (clima de segurança), a organização (sistema de gestão de segurança) e comportamentos de segurança. Os elementos psicológicos (percepções e crenças), os comportamentos e o sistema de gestão de segurança no trabalho da organização são os elementos que, em conjunto, definem a cultura de segurança existente.

### **2.1.3.1. Comportamento Seguro**

Os comportamentos de segurança influenciam a ocorrência de acidentes de trabalho, mas também são influenciados pelas percepções dos trabalhadores sobre a envolvente da segurança (Pacheco, 2012). Para diminuir as taxas de sinistralidade e de ocorrência de acidentes de trabalho há que investir no desenvolvimento de comportamentos de segurança. São diversos os fatores que influenciam os comportamentos de segurança: o



clima de segurança, a experiência de acidentes de trabalho, a perceção de risco, a motivação para a segurança e o conhecimento de segurança (Pacheco, 2012).

“A análise do comportamento permite descobrir que, em muitas ocasiões, existe um desequilíbrio de contingências contrário à conduta segura e favorável às condutas inseguras” (Pacheco, 2012: 18). Relativamente à prevenção de acidentes, os tipos de comportamentos destacados por profissionais da segurança são aqueles que podem ser divididos em seguros, como sendo o que o trabalhador faz e do qual não decorre qualquer acidente, e inseguros.

A diferença entre um comportamento seguro e um comportamento de risco estará em questões como o uso ou não de EPI, o cumprimento ou não de normas de segurança e o uso adequado ou não de ferramentas e equipamentos.

De acordo com Bley (2004, referido por Pacheco, 2012), o comportamento seguro de um trabalhador, grupo ou organização pode ser definido através da capacidade de identificar e controlar os riscos da atividade no presente para que isso resulte numa futura redução da probabilidade de consequências indesejáveis. Para tal é importante que se tenham em linha de conta os verbos que indicam as ações que devem ser realizadas (identificar e controlar), os aspetos do meio que devem receber intervenção (os riscos da atividade), o resultado objetivado para o comportamento (redução da probabilidade de consequências indesejáveis), a relação entre tempo da ação e tempo do resultado (presente e futuro), e os agentes envolvidos (o próprio e o outro), garantindo-se o carácter, ao mesmo tempo, individual e coletivo desse comportamento.

Sendo o acidente de trabalho um fenómeno que depende de muitas variáveis, os comportamentos relacionados com a segurança também são considerados como determinados por múltiplas causas, internas e externas ao indivíduo.

A intervenção da psicologia da segurança tanto ocorre a um nível individual (da pessoa, do trabalhador), como ao nível organizacional. As abordagens baseadas na pessoa visam as atitudes individuais e ensinam aos indivíduos novas estratégias de pensamento ou fazem-nos refletir sobre a origem dos seus pensamentos, atitudes ou sentimentos anormais ou não saudáveis (Pacheco, 2012).

Refere que “os adjetivos seguro e inseguro podem ser vistos como graus da segurança de um mesmo comportamento, variando do mais seguro para o menos seguro (ou de risco).

Essa compreensão permite examinar a possibilidade de prevenir danos (acidentes e doenças) como um processo, e não como uma ação fixa, utilizando os adjetivos, seguro e preventivo, para se referir a comportamentos que resultam na redução da probabilidade de algo indesejável acontecer. Assim, os adjetivos seguro e inseguro podem ser entendidos como aspetos do comportamento de um sujeito quando está no seu posto de trabalho” (Pacheco, 2012: 20).

Acrescenta ainda que “ato inseguro, atitude preventiva, negligência e imprudência são algumas das expressões vulgarmente utilizadas para qualificar os comportamentos próprios e impróprios das pessoas diante dos mais variados perigos. Evitar o acidente de trabalho é, em última análise, a finalidade do comportamento que recebe o adjetivo seguro” (ibidem). Remete ainda para o fator de risco, a exposição ao risco e as consequências daí decorrentes. Igualmente importante é a existência ou não de um sinal de risco iminente e que pode levar a uma alteração do comportamento. Pacheco exemplicifica-o da seguinte forma: um trabalhador de manutenção realiza uma reparação num equipamento, no qual já realizou reparações em outras oportunidades; ao testar o equipamento após a intervenção, apercebe-se de um ruído grave e baixo, com origem na parte inferior do equipamento; um colega que trabalha num outro equipamento ao lado orienta-o para que desligue imediatamente o aparelho, pois o ruído é um sinal de que poderá haver uma explosão; o colega sabe disso porque, na empresa em que trabalhava anteriormente, um funcionário havia sofrido um acidente ao realizar reparos num equipamento semelhante quando um ruído semelhante ocorreu e foi seguido de uma explosão, ferindo-o gravemente; o trabalhador desliga o equipamento e retoma as reparações para que o problema que causou o ruído fosse descoberto e resolvido; evitou-se um acidente naquele momento e, possivelmente, ajudará a evitar outros em condições semelhantes.

De acordo com Pacheco (2012, baseado em Skinner, 1967), “a não ocorrência do aversivo (danos à saúde causados por acidente) tende a enfraquecer gradualmente a ocorrência da resposta (desligar o equipamento) que, por sua vez, eleva a probabilidade do aversivo (danos à saúde causados por acidente) ocorrer. O contacto com o estímulo aversivo (sofrer acidente) pode recondicionar o poder do estímulo anterior (ruído grave e baixo) e fazer com que o organismo volte a comportar-se de forma a evitar o contacto com o aversivo” (Pacheco, 2012: 21).

Moreira (2005) sugere a existência, na organização, de uma visão única, precisa e ordenada sobre os valores que irão orientar a nova cultura organizacional por forma a

implementar uma gestão do comportamento seguro. O comportamento de risco é decorrente de dois outros, que são o comportamento passivo: pessoas que, apesar de conhecerem as formas corretas de atuação no desempenho das tarefas, não o fazem ou o fazem somente sob comando direto e permanente. Esse comportamento significa que as pessoas não interiorizaram a necessidade de aplicação do que aprenderam nas ações de formação e palestras. E o comportamento agressivo: pessoas que reagem de forma consciente, ou mesmo inconsciente, contra as normas e procedimentos, por entenderem tratar-se de coisas sem importância ou por delas discordarem.

Sugere Pacheco (2012) que as pessoas que adotam comportamentos passivos devem ser estimuladas a adotarem comportamentos assertivos por meio da sensibilização, formação e cobrança constantes, ao passo que as que adotam o comportamento agressivo devem ser alertadas para o facto e igualmente estimuladas a adotarem o comportamento assertivo.

A continuidade na adoção de comportamento de risco pode ser entendida como um sinal de que a pessoa não tem interesse em continuar a trabalhar na empresa.

As pessoas presentes no ambiente e as mais próximas das situações de riscos são as que mais se encontram em condições de reduzir ou eliminar comportamentos de risco e promover comportamentos seguros: “a liderança e operadores, que realmente poderão, via influência e ajuda recíproca, promover um processo de mudança cultural, passando a adotar, de forma definitiva e permanente, comportamentos seguros” (Moreira, 2005: 57).

Procurar perceber o que motivou ou despoletou um acidente deve ser mais importante do que culpar diretamente o empregado: “o que havia de errado no ambiente, nas relações de trabalho e ainda na vida do empregado, que interferiram, direta ou indiretamente, no relacionamento dele com todo o seu trabalho, definindo atitudes corretas ou erradas” (Oliveira, 2002:58).

### **2.1.3.2. A Natureza Humana e a Exposição ao Risco**

Pela sua subjetividade, as percepções de risco variam de indivíduo para indivíduo. Relativizam-se os riscos, relativizam-se as suas consequências, e a percepção de autoimunidade ao risco é também ela variável entre as mais diversas pessoas e nas mais diversas situações. Em contexto de trabalho, a existência de normas e procedimentos operacionais bem definidos não impede que uma situação de risco possa ocorrer. O risco

e a exposição ao risco existem sempre, mais ainda quando parte do comportamento do homem tem a ver com a sua natureza racional.

A segurança é racional e é parte de um processo educativo, de aprendizagem, de socialização, de experiências sociais. Decorrente desse processo de aprendizagem e interiorização, o ser humano assimila um número maior de informações e dá significados e valores diversos. Por seu lado, irá também ele ser portador de exemplos de comportamentos corretos, incluindo atitudes seguras (Bley, 2007).

#### **2.1.3.3. Risco Real**

É determinado com base na "análise" de especialistas (Pidgeon et al, 1992, citado por Lima (1999: 381)). Dwyer et al. (2004) sugere que quando o risco real é desconhecido, a sua visão reduz-se à forma do risco percecionado.

Relacionando esta temática com o tema central da dissertação, verifica-se que a carência de oxigénio é um inimigo (risco real), que muitas vezes não é entendido ou respeitado. Os que já se cruzaram verdadeiramente com este risco indentificam com maior facilidade o potencial para originar um acidente grave ou mortal.

#### **2.1.3.4. Risco Percecionado**

A análise ou julgamento que cada pessoa faz sobre o grau de ameaça potencial de um determinado acontecimento ou atividade, que se pode entender como risco, remete para uma diferença quanto à sua objetivação e à sua percepção.

Conforme refere Pacheco (2012), o “risco objetivo” é medido a partir do cálculo de probabilidades, reportando uma relação entre acontecimentos de risco e a sua frequência ou raridade em função dos contextos e das condições de segurança dos mesmos. O “risco percebido”, afirma Pacheco (2012), engloba o conhecimento e o sentimento associados, incluindo as potenciais consequências relativas a uma situação ou a um conjunto de circunstâncias (Laughery & Hammond, 1999).

Uma diferente percepção do risco pode implicar uma subvalorização ou subestimação do mesmo, quando sobrevalorizadas competências individuais, ao que McKenna (1993, referido por Pacheco, 2012) designa por otimismo irrealista. Acrescenta que, de acordo com

a literatura existente sobre o tema, as pessoas tendem a sobrevalorizar os riscos coletivos em detrimento dos riscos pessoais. Também a cultura pode ser um fator a considerar nas diferenças que possam existir quanto à percepção do risco, sendo umas mais geradoras de sentimentos de confiança e outras mais céticas.

O risco pode ser entendido como sendo uma função das propriedades gerais do objeto de risco. Fischhoff *et al.* (2000) sugerem nove propriedades gerais de atividades ou tecnologias, importantes para a avaliação do risco subjetivo.

A percepção do risco varia em função do grau de relação entre estes fatores e as atividades ou tecnologias potencialmente perigosas. Desconsidera-se, no entanto, outros fatores potenciais de risco envolvidos que não os das propriedades do objeto de risco. A gravidade que é esperada sobre as consequências decorrentes do risco pode ser, por exemplo, um desses fatores. É impossível melhorar significativamente os indicadores de segurança sem que as pessoas aumentem a sua percepção do risco e reduzam a sua média de tolerância de risco (Geller, 2001).

Decorrente da leitura de Bley, diz Pacheco (2012) que a percepção de risco diz respeito à capacidade que a pessoa tem para identificar os perigos e reconhecer os riscos, atribuindo-lhes significado, seja no trabalho, no trânsito, no lar. Por se tratar de um processo que sofre interferências ao nível da saúde, conhecimento, atenção e estado emocional, a capacidade de percepção de riscos das pessoas varia ao longo do tempo. Alerta ainda para o facto de que isso faz com que o risco real seja diferente do risco que foi percebido pela pessoa o que, em segurança do trabalho, pode significar aumento da probabilidade de acidente devido à exposição descuidada. “É difícil determinar a estimativa do risco de danos ou lesões por trabalhar com certos equipamentos, porque as situações de trabalho variam drasticamente. Além disso, o risco pode ser eliminado completamente com o uso de roupas e equipamentos de proteção adequados. Ainda assim, muitas pessoas não apreciam o valor de se usar EPI ou de seguir procedimentos operacionais seguros. Essa percepção de risco é geralmente muito mais baixa que o risco real. Esse pensamento permeia a sociedade.” (Geller, 1998: 74).

A variabilidade da percepção de risco faz com que os comportamentos daí decorrentes sejam diferentes. A familiaridade interfere na percepção do risco, podendo originar excesso de autoconfiança. Numa situação de trabalho, pode ser comum acontecer, conforme sugere Pacheco: quando a experiência se reflete na não utilização de um EPI, pode afirmar-se que o risco foi potencializado, e, como consequência, poderemos ter a perda de vidas. A

experiência do trabalhador é de extrema importância para o conhecimento profundo sobre os perigos e riscos. Dessa forma, torna-se possível identificar situações nas quais o trabalhador esteja exposto e, a partir deste ponto, gerir os cenários e ambientes antes que ocorram as situações desagradáveis. Quanto mais experiente for o trabalhador, maior tendência este tem em considerar um risco como lhe sendo familiar, pois quanto mais conhecemos sobre um risco, menos ele nos ameaça. Pacheco (2012) acrescenta que devemos ter atenção para que este fenómeno não venha a reduzir a percepção do risco a níveis que possam ser prejudiciais para o trabalhador, causando, no limite, um acidente de trabalho.

“deve entender-se que a alta percepção de risco é apenas a base para que o trabalhador se comporte de forma segura. Existem casos em que os indivíduos identificam os perigos, reconhecem os riscos e, mesmo assim, optam por violar regras e procedimentos, em virtude da pressa, da preguiça ou até mesmo do desconforto, ou seja, além de conhecer muito bem, técnica e operacionalmente a sua atividade, os riscos deverão ser sempre compreendidos. No entanto, apenas a compreensão não basta; o indivíduo deve colocar em prática os seus conhecimentos, ser pró-ativo e não reativo” (Pacheco, 2012: 29).

“O desafio de elevar e tornar estável a percepção de risco dos grupos de trabalhadores é parte integrante do conjunto de esforços possíveis para a promoção da saúde das pessoas e das organizações. Esse desafio só será vencido quando as ações prevencionistas estiverem organizadas de tal forma a trabalhar, com uma intervenção ética e coerente, junto aos possíveis obstáculos do processo, tais como os aspetos da natureza humana, as deficiências na educação para a prevenção e o interesse (nem sempre presente) das organizações em investir na preservação da integridade global dos indivíduos que as compõem” (ibidem).

Segundo Carochinho (2011) no documento que redigiu sobre a percepção do risco, refere a forma como os não especialistas pensam sobre o risco. Inclui um conjunto de crenças e valores que dão significado a um acontecimento ameaçador (Pidgeon et al., 1992), isto é, refere-se a um conjunto de crenças, atitudes, avaliações e sentimentos das pessoas acerca das situações de perigo e dos riscos a elas associados.

O termo “risco percecionado” é definido segundo o ISO Guide 73:2009 como o ponto de vista de uma parte interessada no que se refere ao risco. A percepção do risco reflete as necessidades, as questões, os conhecimentos, as convicções e os valores da parte interessada.



Segundo Skelton (1997) o risco percecionado é amplificado por fatores com a exposição involuntária, a falta de controlo pessoal sobre o resultado, a incerteza do resultado, a falta de experiência pessoal, os efeitos retardados, os efeitos genéticos, os acontecimentos com uma baixa frequência e com consequência graves, a causas humanas e não naturais.

Slovic et al. (1980), aoud skelton (1997, p10), realizando uma abordagem psicométrica do problema, considera o risco percecionado influenciando pelos seguintes três fatores: Risco associado ao pavor; Risco associado ao desconhecido; Número de pessoas expostas. Sheppard (2011), considerando o trabalho de Slovic et al. (1980), elabora o diagrama representado na figura 4.

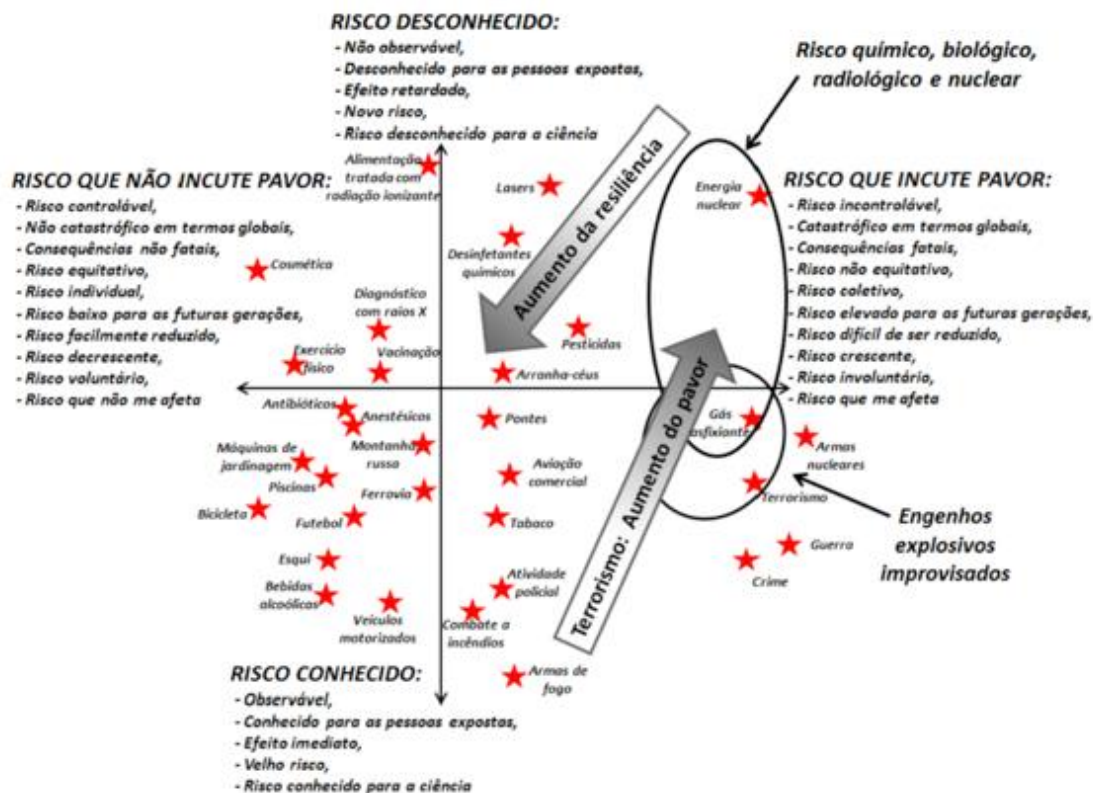


Figura 4 – Sheppard 2011 adaptado por Ganço 2013

A valorização diferenciada do risco percecionado encontra-se presente nas curvas F-N para diferentes sistemas criados pelo homem (Figura 5).

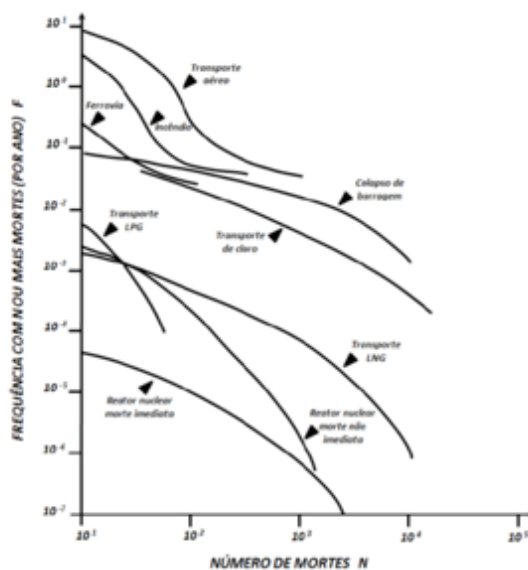


Figura 5 – Curvas F-N para diferentes sistemas {(Fonte: Skelton (1997, pag. 15))}

Segundo Gonçalves (2009) os acidentes de trabalho constituem um grave problema nas sociedades actuais, com consequências quer a nível social, quer a nível económico.

Vários estudos na área da prevenção dos acidentes de trabalho têm vindo a chamar a atenção para o papel dos factores humanos e de gestão ao nível da segurança organizacional. Estes estudos têm sugerido que factores sociais, organizacionais e de grupo (percepções de risco) têm um papel determinante na explicação dos comportamentos de segurança e na prevenção dos acidentes (Lima, 1999; Zohar, 2003 in Lima, 2005). Neste sentido os estudos revelam que quanto maior é a percepção do risco menores são os comportamentos de risco e maiores os de segurança.

As percepções de risco laborais dizem respeito à visão dos trabalhadores sobre os riscos aos quais estão expostos diariamente, durante o seu trabalho, ou seja é uma interpretação de uma realidade organizacional pelos indivíduos que aí trabalham. Estas percepções de risco são construídas a partir das experiências vividas nos locais de trabalho.

Este não é um processo individual, pois o reconhecimento e identificação dos riscos são realizados dentro de quadros socialmente produzidos “...são mesmo objecto de uma deliberada transmissão e reprodução social.” (Granjo, 2004: 131). Quando estes riscos são reconhecidos e identificados, passam a ser representados e valorados. Podem então tornar-se importantes ou desvalorizados pelos trabalhadores. “ ... a percepção e valoração dos perigos não só constitui uma componente da sua manipulação social, como é dela que decorrem, em última instância e de forma multiplamente mediatizada, os mecanismos



sociais de limitação e potenciação do perigo laboral”, (Granjo, 2004: 132). No entanto, cada trabalhador interpreta a realidade de forma diferente, assim indivíduos com a mesma categoria profissional podem percepcionar os riscos a que estão sujeitos de formas muito diferentes.

A percepção de riscos no trabalho é então a forma como os trabalhadores percebem as ameaças laborais. “As percepções de riscos tendem a ser heterogéneas, sendo, por vezes caracterizadas por formas de entendimento distintas ou mesmo antagónicas; são historicamente variáveis no tempo e no espaço (contexto) e, regra geral, não dependem, exclusivamente, de uma única fonte durante a sua formulação, visto serem normalmente construídas através de múltiplos factores.” (Areosa, 2007:4).

Embora, as percepções de risco dos trabalhadores possam sofrer enviesamentos e as suas visões possam não representar a realidade, uma coisa parece ser certa: as percepções de risco dos trabalhadores, são para eles próprios reais e objectivas e por isso eles actuarão segundo essas percepções. Uma perspectiva que não é, afinal, diferente daquela que os especialistas têm em relação às suas análises de risco.

Em linha de orientação das diferentes análises que são feitas sobre o que é, e o que se entende, por percepção do risco, é crucial que em relação à interpretação do nível seguro de oxigénio para se entrar num espaço confinado, se compreenda que a não salvaguarda de um valor de 20,8% de oxigénio, poderá colocar quem entre no espaço numa condição potencialmente perigosa, pela qual não se pode nem deve entender como segura.

Caso não existam 20,9% de oxigénio dentro de um espaço confinado não significa só por si que a condição daquele espaço confinado vá dar origem uma condição insegura, ou eventualmente a um acidente grave ou mortal, mas a desvalorização dessa informação é que faz com que a informação não seja respeitada e que os sentidos fiquem alerta, para se proceder à investigação do porque de não existir um valor normal de oxigénio.

## 2.2. Enquadramento Legal

Como referência legislativa, identifica-se a Directiva 92/57/CEE do Conselho, de 24 de junho de 1992, que foi transposta em 2003 para o quadro jurídico português através do Decreto Lei n.º 273, relativo às prescrições mínimas de segurança e de saúde a aplicar nos estaleiros temporários ou móveis. Este documento legal não faz referência à definição ou medidas preventivas para trabalhar em espaços confinados, no entanto o anexo IV da referida directiva, que não foi incluído no DL n.º 273, apesar de não definir um programa de medidas a serem implementadas aborda três características de prevenção e proteção relacionadas a este tipo de trabalhos, que são os perigos atmosféricos e sua prevenção, a monitorização e vigilância fora do espaço, e a emergência e evacuação, se necessário. Em relação ao oxigénio alerta para a necessidade de monitorização caso existam alterações, embora nunca identifique valores de referência.

A Lei n.º 102 (2009), que regulamenta o regime jurídico da promoção e prevenção da segurança e da saúde no trabalho, de acordo com o previsto no artigo 284º do Código do Trabalho (Lei n.º 7/2009, de 12 de fevereiro), enquadra o que respeita à prevenção. A lei aplica-se a todos os ramos de atividade, nos sectores privado ou cooperativo e social, assim como ao trabalhador por conta de outrem e respetivo empregador, incluindo as pessoas coletivas de direito privado sem fins lucrativos e ao trabalhador independente.

O trabalhador tem direito, logo configura como uma obrigação para o empregador, à prestação de trabalho em condições que respeitem a sua segurança e a sua saúde, nas situações identificadas na lei, pela pessoa, individual ou coletiva, que detenha a gestão das instalações em que a atividade é desenvolvida. A prevenção dos riscos profissionais deve assentar numa correta e permanente avaliação de riscos e ser desenvolvida segundo princípios, políticas, normas e programas que visem, nomeadamente: princípios gerais e sistema de prevenção de riscos profissionais.

A Portaria n.º 762 (2002) é o atual regulamento geral dos sistemas públicos e prediais de distribuição de água e de drenagem de águas residuais (aprovado pelo Decreto Regulamentar nº 23/95, de 23 de Agosto), embora a portaria esteja direcionada para um ramo de actividade específico, mas é usada como referência legislativa em matérias de espaços confinados. A portaria estabelece um conjunto de prescrições que garantem a segurança, higiene e saúde dos trabalhadores, no exercício das atividades de exploração dos sistemas públicos de distribuição de água e dos sistemas públicos de drenagem de águas residuais, domésticas, industriais e pluviais. O artigo 9º da Portaria classifica alguns

locais como potencialmente perigosos, assim como também define no artigo 4º alguns dos fatores de riscos, entre os quais se destaca a insuficiência de oxigénio atmosférico e a existência de gases ou vapores perigosos. O artigo 5º descreve que a insuficiência de oxigénio atmosférico ocorre quando a exposição de trabalhadores a atmosferas susceptíveis de apresentar insuficiência de oxigénio é inferior a um teor volumétrico de oxigénio de 17%, salvo se for utilizado equipamento de protecção adequado.

Sendo este um diploma legal, mas para uma área de atividade específica, deixa um vazio legal em todos os outros setores de atividade laboral.

### **2.3. Autoridade para as Condições para o Trabalho**

A ACT, que desempenha uma função determinante em matéria de segurança laboral, não só pela função inspetiva, mas também pela sua intervenção em ações de carácter preventivo, como é exemplo a campanha que realizou sobre o tema espaços confinados.

A sua ação principal incide na promoção e no controlo do cumprimento das disposições legais, regulamentares, convencionais e dos referenciais técnicos normalizados respeitantes às condições de trabalho. A atividade inspetora é prosseguida por inspetores do trabalho, com estatuto de autonomia técnica e de independência, dispondo dos necessários poderes de autoridade pública, e estando sujeitos a um código deontológico próprio. Uma outra função é o desenvolvimento de ferramentas de apoio aos assuntos que se relacionam com a segurança, assim como o suporte técnico e apoio jurídico, sempre que dúvidas se levantem, quer a empresas quer a trabalhadores.

No que diz respeito a espaços confinados em 2012 realizou um conjunto de ações de informação e sensibilização, de onde se destacam os dois seminários nacionais, realizados em Santarém e em Leiria. Também em 2012, formou inspetores do trabalho e alguns técnicos superiores, os quais passaram a realizar a atividade inspetiva a espaços confinados.

Produziram um poster alusivo ao tema espaços confinados e um acróstico interessante que ilustra as várias fases de intervenção nos trabalhos em espaços confinados, como mostra a figura 7.



Figura 6 – Poster ACT Espaços Confinados

### 2.3.1. Definição de Espaço Confinado

Qualquer local de trabalho que tenha as aberturas limitadas de entrada e saída, uma ventilação natural desfavorável, níveis deficientes de oxigénio (antes ou durante os trabalhos), podendo conter ou produzir contaminantes químicos tóxicos ou inflamáveis e que não tenha sido concebido para uma ocupação contínua por trabalhadores.

Criaram uma distinção entre um espaço confinado fechado e um espaço confinado aberto, em que o espaço confinado fechado caracteriza-se por não ser concebido para uma ocupação humana permanente, por ter frequentemente dimensões reduzidas, com vias de acesso estreitas e por permitir o acesso/saída de apenas um trabalhador de cada vez. O espaço confinado aberto é um espaço que tenha entradas e saídas sem condicionantes e com facilidade de acessos a pessoas e máquinas, mas que, face à existência de

substâncias perigosas, às dificuldades de ventilação natural, à sua configuração, à sua extensão, à natureza dos trabalhos, equipamentos utilizados e comporte riscos elevados para o trabalhador é considerado espaço confinado aberto.

Como exemplo de espaços confinados constam os seguintes: câmaras frigoríficas; armazéns; fornos; alguns equipamentos industriais, quando em reparação/limpeza; silos; cinzeiros industriais; autoclaves; cisternas; tanques de desengorduramento; tolva de receção de animais, quando em manutenção/limpeza; estufas de pintura, por exemplo, nos setores automóvel e das madeiras; porões de escolha e armazenamento de pescado.

Alguns locais podem tornar-se espaços confinados com o decorrer dos trabalhos, durante a construção, fabricação, modificação ou manutenção, dando como exemplo a cabine de pintura sem sistema de extração a funcionar, que foi concebido para utilização permanente mas deixou de ser usado de acordo com as instruções de segurança.

### **2.3.2. Avaliação dos Riscos**

A experiência prova que não é apenas o trabalhador que está definido no planeamento de trabalho que entra no espaço confinado que se encontra em risco. Poderão entrar, a qualquer momento, outros trabalhadores que se encontrem a apoiar o trabalho, assim como, qualquer pessoa que em situação de emergência tente ajudar, por último as equipas de resgate.

Convém recordar que habitualmente a entrada nos espaços confinados se faz para trabalhos de manutenção (preventiva ou corretiva), limpeza, vistorias ou inspeções, dos próprios espaços ou de equipamentos neles contidos. Se a empresa possui espaços confinados que obrigam a entrada regulares, os trabalhadores devem ser sujeitos a exames de saúde específicos (se necessário, realizar exame ocasional).

A fraca condição física, as doenças cardiovasculares, as doenças respiratórias; a fraca acuidade visual e/ou auditiva, as doenças com cuidados especiais (diabetes – dependência de insulina) e por último, mas bastante importante, os trabalhadores que tenham dependência de álcool e/ou drogas são fatores de natureza médica a considerar como condicionante para que o trabalhador não possa entrar e executar uma tarefa dentro do espaço confinado.

### **2.3.3. Riscos das atmosferas perigosas**

Os riscos que podem ser encontrados no interior dos espaços confinados. São exemplo a asfixia por insuficiência de oxigénio (nível de oxigénio insuficiente para a perfeita respiração, aquando da entrada no espaço confinado ou durante a realização do trabalho no espaço confinado – risco de hipoxemia), a presença de misturas inflamáveis, a atmosfera tóxica no interior do espaço confinado, o risco de queda, o corte, o esforço excessivo, entre outros, relacionados com a dimensão da entrada, dificuldades de acesso e o espaço disponível para a realização das tarefas.

### **2.3.4. Riscos dos espaços confinados**

Existe um conjunto de riscos identificados nos espaços confinados, tais como: Exaustão causada pelo calor excessivo dentro do espaço confinado; Queda devido a iluminação eventualmente insuficiente ou inexistente no espaço confinado; Submersão de trabalhador por líquido ou material granulado; Riscos biológicos; Agravamento da atmosfera perigosa com a libertação de partículas (trabalhos de rebarbar ou lixar) e/ou vapores tóxicos (trabalhos com utilização de tintas, vernizes e solventes); Riscos associados a trabalhos a quente ou chama aberta (por exemplo, trabalho de soldadura – aumento da temperatura, diminuição dos níveis de oxigénio); Incêndio / explosão; Queda (em altura e ao mesmo nível); Exposição ao ruído; Exposição a vibrações; Exposição a poeiras; Lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho; Riscos mecânicos; Riscos elétricos; Riscos psicossociais relacionados com a pressão, ritmos e tempo de realização dos trabalhos.

### **2.3.5. Medidas de Prevenção**

Para que as empresas adotem um conjunto de medidas de cariz preventivo, destacando a designação de um responsável qualificado para a intervenção - a operação deve ser sempre supervisionada e dirigida no local por um responsável que tenha a competência necessária na matéria. Afetação de, pelo menos, dois trabalhadores habilitados a este tipo de trabalhos (sendo que um trabalhador é encarregue de vigiar a intervenção desde o exterior do recinto confinado). A adoção de medidas para instalações com características

específicas. A consignação (lock-out/tag-out) dos equipamentos; A marcação da zona de intervenção (sinalização); A determinação das condições de ventilação; O controlo da atmosfera no interior do recinto antes da intervenção – pela utilização do analisador a partir do exterior do recinto em local seguro, permitindo a medição do teor de oxigénio, risco de explosão, teor de gases tóxicos potencialmente libertados; O controlo da atmosfera durante a intervenção; O fornecimento de equipamentos de trabalho e de proteção individual adequados à intervenção; A autorização de entrada; A organização de primeiros socorros e emergência: prever antes de iniciar a intervenção o dispositivo de primeiros socorros e resgate em caso de incidente ou acidente e por último mas a mais importante a formação e informação dos trabalhadores.

### **2.3.6. Trabalhador Treinado**

Garantir que os trabalhadores sejam detentores das competências adequadas à tarefa que vão desempenhar. Para além das que sejam da sua formação de base técnica e/ou académica, é essencial conhecer os riscos, as medidas de prevenção, conhecer e testar o modo de avaliação da qualidade do ar no interior e utilizar corretamente o equipamento de medição, conhecer e testar o modo de utilização dos EPI (Equipamento de Proteção Individual), conhecer e testar os equipamentos de comunicação, conhecer e testar os meios de primeiros socorros, emergência e resgate.

Para determinar as condições existentes no interior dos espaços confinados, é necessário conhecer a composição da atmosfera interior, através de medições, de forma a determinar o grau de perigosidade e a concentração de contaminantes.

É fundamental ter uma equipa técnica competente, com conhecimentos e preparação técnica, providos com equipamentos de medição em boas condições de manutenção, devidamente calibrados e compatíveis com as necessidades de avaliação.

Exemplo: Um soldador é considerado, no mundo laboral, um técnico especializado que necessitou, para tal, de fazer uma formação que lhe desse competências nesta matéria específica. No entanto, para um soldador conseguir operar numa área fabril de uma empresa petroquímica, não lhe é o bastante que perceba apenas da sua arte: o soldador está obrigado a perceber de outras especialidades, tais como a deteção de gases ou os trabalhos em altura, entre outras.



### 2.3.7. Procedimento de Entrada

Antes da entrada no espaço confinado, terão de ser efetuados com rigor, e pela ordem indicada, os testes à avaliação do teor de oxigénio (valor aceitável entre 20,5 e 23,0%), o teste de explosividade (valor aceitável 1% do Limite Inferior de Inflamabilidade - LII), o teste de toxicidade (VLE dependente dos contaminantes presentes) e a medição dos gases em diferentes cotas. Alerta para o facto de nunca se insuflar oxigénio num espaço confinado. Que preferencialmente se deve retirar o ar do interior e renovar com ar exterior, devendo ser dada atenção aos riscos provocados pela colocação de equipamentos de renovação do ar e utilizar equipamento de respiração, se necessário.

### 2.3.8. Equipamentos

Recomendou que a empresa providencie de forma atempada equipamentos adequados à tarefa que se pretende realizar tendo em consideração as características do trabalhador. Equipamentos tais como proteção respiratória (máscaras filtrantes, dispositivos de respiração autónoma ou semi autónoma), proteção anti queda (travamento e/ou posicionamento, proteção do tronco e/ou membros (vestuário de trabalho), proteção auditiva (abafadores e/ou tampões), proteção dos membros superiores, proteção dos membros inferiores, proteção dos olhos, proteção da face, proteção da cabeça (luvas, óculos e/ou viseira), calçado de segurança, capacete de proteção.

### 2.3.9. Sinalização

Apesar de não existir sinalização específica para trabalhos em espaços confinados na legislação nacional, pode-se colocar uma placa com informação adicional (figura 8), que pode identificar os principais riscos e informar quais são as medidas obrigatórias.





Figura 7 – Sinalização do espaço confinado

### **2.3.10. Autorização de Entrada no Espaço Confinado**

A autorização de entrada é sempre obrigatória e deve incluir uma inspeção prévia do local onde será realizada uma análise criteriosa, correta e permanente dos riscos, uma segura definição das condições e das medidas de controlo, bem como os nomes dos trabalhadores autorizados a aceder ao espaço confinado e os nomes dos trabalhadores com permissão para a presença no local onde decorrem os trabalhos (chefe de equipa, vigias e equipa de resgate).

### **2.3.11. Erros Comuns**

Da análise dos acidentes de trabalho que ocorrem em espaços confinados, identificam-se os seguintes erros como sendo os mais comuns, tal como não considerar, por ausência de avaliação, o local de intervenção como um espaço confinado, descurando assim os riscos. Realizar os trabalhos sem planificação de segurança. Ignorar as medidas de prevenção, parcial ou completamente, aquando da entrada no espaço confinado, Utilizar equipamentos de proteção individual inadequados. Não informar, ou formar, adequadamente os intervenientes. Usar uma vela para avaliar a qualidade do ar (vela apaga apenas com <16% de oxigénio). Realizar tarefas não previstas nas proximidades do espaço confinado, com influência nas condições existentes e pré-avaliadas. Assumir que a qualidade do ar é aceitável sem proceder ao devido controlo da atmosfera do espaço confinado. Assumir que se consegue sustentar a respiração o tempo suficiente para entrar no espaço confinado sem serem tomadas as medidas adequadas. Utilizar motores de combustão interna no interior dos poços e das minas para esgotamento da água.

## 2.4. Contexto Internacional

Este ponto da dissertação identifica e analisa o que foi produzido por outros países sobre a temática espaços confinados e em particular sobre a forma como interpretam o nível de oxigénio e qual o valor que consideram seguro para se autorizar a entrada e realizar trabalhos. Os países estão organizados por ordenação alfabética.

### 1.4.1. Alemanha

Na Alemanha as questões relacionadas com a administração da saúde e segurança no trabalho estão inseridas no Ministério Federal do Trabalho e dos Assuntos Sociais, suportadas por um conjunto de organismos:

- *Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik* (Comité Nacional para Segurança do Trabalho e Tecnologia de segurança) (LASI)
- *Institut für Arbeit und Gesund der Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung* (Instituto do Trabalho e da Saúde do Seguro alemão de acidentes sociais) (DGUV)
- *Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin* (Instituto Federal de Segurança e Saúde no Trabalho) (BAuA)
- Associação Federal das Instituições Estatutárias de Seguros de Acidentes do Setor Agrícola (BLB)
- *Deutscher Gewerkschaftsbund* (Confederação dos sindicatos alemães) (DGB)
- *Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände* (Confederação das Associações de Empregadores Alemães) (BDA)

O sistema alemão de segurança e saúde no local de trabalho possui uma estrutura que abrange a segurança e saúde a nível federal e as instituições autónomas de seguros de acidentes. O estado decreta legislação e promulga regulamentos e as regras dos conselhos estaduais. Após o exame das necessidades e com a aprovação dos governos federais, as instituições de seguros de acidentes deliberaram as suas próprias regras de prevenção de acidentes.

A *Gemeinsame Deutsche Arbeitsschutzstrategie* (Estratégia Alemã Comum de Saúde e Segurança - GDA) foi desenvolvida pelos governos federais e estadual e pelas instituições de seguros de acidentes para manter, melhorar e desenvolver a segurança e a saúde das

peças no trabalho através de uma política de segurança e saúde aplicada de forma sistemática.

Possuem também o Instituto Federal de Geociências e Recursos Naturais (BGR), centro geocientífico de excelência dentro do governo federal e parte da sua infraestrutura científica e técnica, que fornece conselhos e informações. Criou o documento 117, Parte 1, que regula o trabalho em embarcações, silos e espaços confinados. Recomenda dimensões mínimas suficientemente amplas para que uma pessoa possa ser resgatada através delas. O tamanho recomendado das aberturas depende de vários fatores, tais como a localização e acessibilidade da abertura de acesso, o espaço acima, em frente ou abaixo da abertura, o uso de equipamentos de proteção pessoal (por exemplo, proteção respiratória, equipamentos para resgate ou contra quedas em altura), o uso de plataformas de trabalho ou equipamentos de acesso.

Este documento – "Contentores, silos e espaços confinados" (BGR / GUV-R 117) – compreende duas partes:

- Parte I: Trabalho em tanques, silos e espaços confinados (BGR / GUV-R 117-1)
- Parte II: Manipulação de silos transportáveis (BGR / GUV-R 117-2).

Aplica-se ao trabalho em tanques, silos e espaços confinados definidos na Seção 2, nº.s 2 e 3.

Para tratamentos de superfície em espaços confinados aplica-se o TRGS 507. O trabalho em contentores e em espaços confinados em estações de tratamento de esgoto, aplicam-se os regulamentos de prevenção de acidentes BGV/GUV-V C5. Para trabalhar em espaços fechados em caixas de tratamento de águas residuais aplica-se a BGR / GUV-R 126. Para o trabalho na construção de chaminés aplica-se a BGR 188 / BGI 778 / BGI 525. Para o trabalho em poços e condutas de redes de aquecimento urbano, aplica-se a BGR / GUV-R 119). Para recipientes, silos e espaços apertados aplica-se 113-004 DGUV, a qual refere que recipientes e os espaços confinados estão todos (ou predominantemente) cercados por paredes sólidas e áreas menos suscetíveis ao intercâmbio com o exterior, nas quais, devido à sua configuração apertada ou às substâncias, preparações, impurezas ou instalações localizadas ou introduzidas no mesmo, existem riscos especiais ou podem ultrapassar o perigo habitual nos locais de trabalho. Também os tanques, poços ou canais devem ser considerados espaços confinados, se existir a possibilidade do uso de substâncias perigosas ou a falta de oxigénio.

Podem existir riscos especiais devido a métodos de trabalho (por exemplo, soldagem, moagem, limpeza com líquidos ou sólidos), agitação de resíduos, processos biológicos (p.ex.: fermentação), reações química, gases utilizados, ou simplesmente devido à falta de oxigénio (pode ser química ou fisicamente ligado à deslocação dos gases inertes que consomem oxigénio).

Pode-se ler no documento (ponto 4.3.1.1) que podem existir riscos de deficiência de oxigénio se a concentração de oxigénio for menor que o valor normal na atmosfera (20,9%/volume). Se a concentração de oxigénio for inferior a 20,9% por volume, a causa deve ser determinada e avaliada quanto ao risco de gases estranhos ou substâncias perigosas.

#### **1.4.2. Austrália**

Os australianos criaram em 1986 legislação específica para os espaços confinados, a Australian Standard® - AS 2865, que foi revista em 1995, 2009, 2011 e mais recentemente, em 2017 (“Work Health and Safety Regulation 2017” Published LW 11 August 2017).

A influência da Commonwealth facilita o desenvolvimento e a implementação de medidas, sobretudo as medidas a implementar têm de fazer parte da estratégia nacional do país. O conjunto de medidas definidas foi preparado para dar resposta à necessidade de requisitos e procedimentos para a prevenção de doenças ocupacionais, lesões e mortes associadas a pessoas que entram e trabalham em espaços confinados. O documento enfatiza as responsabilidades em matéria de segurança antes da entrada e durante toda a operação. As responsabilidades abrangem as condições de trabalho para trabalhadores da empresa, bem como para os prestadores de serviço ou outras pessoas no local. Esta norma exige que sejam tomadas medidas adequadas para eliminar ou controlar os riscos. Como tal, requer que todas as pessoas envolvidas na entrada de um espaço confinado sejam treinadas e instruídas sobre a natureza dos perigos e as precauções a serem seguidas.

Para apoiar empresas e trabalhadores, elaboraram um código de boas práticas, que retrata o que é imposto em termos da lei. Tanto empresas como trabalhadores podem usar como referência o código, para fazer o planeamento dos trabalhos, e a própria inspeção de trabalho utiliza-o para avisos de melhoria, proibições ou mesmo penalizações.

Definiram um espaço confinado como espaços fechados ou parcialmente fechados, que não foram projetados ou destinados para serem ocupados por pessoas. É considerado espaço confinado aquele que possa conter uma atmosfera sem nível de oxigénio seguro (teor mínimo de 19,5% e um teor máximo de oxigénio 23,5%), contaminantes, incluindo gases no ar, vapores e poeiras, que podem causar ferimentos causados por incêndio ou explosão, concentrações nocivas de quaisquer contaminantes do ar. Se for isenta de contaminantes do ar (a existirem terão que estar abaixo dos valores definidos para exposição). As concentrações de gás inflamável ou vapor na atmosfera se situem a valores inferiores a 5 % do LEL. Por último, que o trabalhador possa ser engolfado/sugado.

### 1.4.3. Brasil

Desde 1990 que através da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) o Brasil elaborou a NB 1318 (prevenção de acidentes em espaço confinado). Esta norma fixa as condições que devem ser observadas aquando da entrada num espaço confinado, e a consequente permanência de pessoas dentro do espaço confinado, por forma a evitar-se a asfixia por deficiência de oxigénio, a intoxicação pela inalação de vapores tóxicos, as lesões por quedas ou impactos, as dermatites e/ou doenças por contacto com produtos químicos perigosos, ou as explosões por concentração de gases inflamáveis. A 30 de janeiro de 2002, a NBR 14787 (espaço confinado: prevenção de acidentes, procedimentos e medidas de proteção) substituiu a NB 1318.

A Portaria MTE N.º 202 de 22 de dezembro de 2006, aprova a norma regulamentadora n.º 33 (NR-33), que trata de segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados. Este documento tem como objetivo estabelecer os requisitos mínimos para identificação de espaços confinados e o reconhecimento, avaliação, monitorização e controle dos riscos existentes, de forma a garantir permanentemente a segurança e saúde dos trabalhadores que interagem direta ou indiretamente nestes espaços. No ponto 33.1.2 define que um espaço confinado é qualquer área ou ambiente não projetado para ocupação humana contínua, que possua meios limitados de entrada e saída, cuja ventilação existente é insuficiente para remover contaminantes ou onde possa existir a deficiência ou enriquecimento de oxigénio.

No ponto 33.3.2 encontram-se as medidas técnicas de prevenção, onde destacam a necessidade de se identificar, isolar e sinalizar os espaços confinados para evitar a entrada

de pessoas não autorizadas. Antecipar e reconhecer os riscos nos espaços confinados. Proceder à avaliação e controle dos riscos físicos, químicos, biológicos, ergonómicos e mecânicos. Prever a implementação de sistemas de consignação (LOTO). Implementar medidas necessárias para eliminação ou controle dos riscos atmosféricos em espaços confinados. Avaliar a atmosfera nos espaços confinados, antes da entrada de trabalhadores, para verificar se o seu interior é seguro. Manter condições atmosféricas aceitáveis na entrada e durante toda a realização dos trabalhos, monitorando, ventilando, purgando, lavando ou inertizando o espaço confinado. Monitorizar continuamente a atmosfera nos espaços confinados nas áreas onde os trabalhadores autorizados estiverem a desempenhar as suas tarefas, para verificar se as condições de acesso e permanência são seguras. Proibir a ventilação com oxigénio puro. Testar os equipamentos de medição antes de cada utilização. Utilizar equipamento de leitura direta, intrinsecamente seguro, com alarme, calibrado e protegido contra emissões eletromagnéticas ou interferências de radiofrequência.

No anexo III do documento encontra-se o glossário de onde se destaca a definição de deficiência de oxigénio, que designa como atmosfera que contém menos de 20,9 % de oxigénio por volume em pressão atmosférica normal, a não ser que a redução do valor percentual seja devidamente monitorizada e controlada. E definem o enriquecimento de oxigénio, como sendo uma atmosfera que contém mais de 23% de oxigénio por volume.

O serviço social da Indústria - Departamento Regional da Bahia (SESI-DR/BA) realizou em 2008 um estudo com empresários de pequenas e médias empresas industriais dos setores de Construção Civil, Metalomecânico, Alimentos e Bebidas, em que apresentou as principais questões da Norma Regulamentadora (NR) 33 - Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados. Os especialistas brasileiros estimam que 85% dos acidentes envolvendo espaços confinados poderiam ser evitados, se no local e/ou na atividade tivessem sido identificados os riscos.

O estudo identifica as principais causas para mortes nos espaços confinados, como espaço confinado não-reconhecido, em que o local não é reconhecido e/ou identificado como um espaço confinado. A confiança nos sentidos, alertando para que os riscos às vezes são imperceptíveis ao sentido natural das pessoas, não se pode ver ou sentir, como, por exemplo, a presença de gases inertes como o azoto e o argon, e a sub avaliação dos riscos, porque as pessoas continuam a acreditar que podem entrar e sair do local sem serem

afetadas pelos riscos do ambiente, não possuem a percepção da rapidez com que podem ser surpreendidas por uma atmosfera mortal e serem sepultadas vivas.

A baixa percepção de risco, porque geralmente duvidam que o acidente aconteça após a entrada no espaço e simplesmente ignoram os procedimentos de segurança. Por último mas talvez o ponto mais importante, o resgate de pessoas, porque muitos são as pessoas que na tentativa desesperada de socorrer alguém, sem treino, geralmente acabam por morrer com a(s) vítima(s).

#### 1.4.4. Canadá

Também no Canadá, muitos trabalhadores continuam a ficar feridos ou a morrer dentro de espaços confinados. Segundo a informação do *Canadian Centre for Occupational Health and Safety* (CCOHS), que representa a saúde e segurança nacional do país, estima-se que 60% das mortes que ocorreram em espaços confinados eram de pessoas que tentaram o socorro da primeira vítima.

Todas as jurisdições no Canadá têm regulamentos que tratam da entrada no espaço confinado. Os regulamentos podem variar ligeiramente entre jurisdições.

É de realçar o facto de ser um dos países que mais informação produz sobre o tema espaços confinados, como exemplo, na página oficial do CCOHS existem 3.338 documentos disponíveis sobre o tema.

O Ministério do Trabalho localizado em Ontário fundado em 1919 desenvolve e aplica a legislação sobre as condições de trabalho. Tem como missão a promoção de práticas seguras, justas e harmoniosas. Em relação aos espaços confinados, produziu o documento «Occupational Health and Safety Act, R.S.O. 1990, capítulo O.1», que teve a última revisão no passado dia 8 Março de 2018, do qual resultam vários regulamentos. Para os espaços confinados existe o Reg. 632/05, subdividido em várias secções.

Nas definições pode-se ler que espaço confinado significa um espaço total ou parcialmente fechado, que não é concebido e construído para ocupação humana contínua, e em que os perigos atmosféricos podem ocorrer devido à sua construção, localização ou conteúdo ou por causa do trabalho que é feito nele.



Por perigos atmosféricos entendem que é acumulação de agentes inflamáveis, combustíveis ou explosivos, um teor de oxigénio na atmosfera que seja inferior a 19,% ou mais de 23% por volume, ou a acumulação de contaminantes atmosféricos, incluindo gases, vapores, fumos, poeiras ou névoas, que poderiam resultar em efeitos agudos para a saúde que representam uma ameaça imediata para a vida, ou interferir com a capacidade de uma pessoa escapar sem ajuda de um espaço confinado.

#### 1.4.5. Espanha

A lei 31/1995, de 8 de novembro, sobre a prevenção de riscos laborais (B.O.E. n.º 269 de 10 de novembro) sobre Normas de Segurança e Saúde Ocupacional e serviços de prevenção estabelece a obrigação da empresa desenvolver uma série de atividades de prevenção com procedimentos e documentação necessários (definido no artigo 23 da Lei).

O Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, estabelece as disposições mínimas de segurança e saúde nos lugares de trabalho, incluindo no ponto 2 os espaços de trabalho e zonas perigosas.

Os riscos em espaços confinados são analisados com maior detalhe na NTP 223, trabalho realizado pelo *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo* (INSHT). Produziram também um questionário de "Identificação e prevenção de riscos em espaços confinados", que é uma ferramenta prática para a identificação de riscos em espaços confinados e inclui propostas para o controle de riscos identificados.

Definem espaço confinado como qualquer espaço com aberturas limitadas de entrada e saída e ventilação natural deficiente, onde se podem acumular contaminantes tóxicos ou inflamáveis, ou conter uma atmosfera pobre em oxigénio, e não foi concebido para a ocupação continuada por parte do trabalhador.

Fazem a distinção entre dois tipos de espaços confinados, os espaços abertos pela parte superior e uma profundidade que dificulta a ventilação natural. Incluem-se neste tipo as fossas de manutenção mecânica, cubas, poços, depósitos, entre outros. E os espaços fechados, com uma pequena abertura de entrada e saída. Incluem-se os reatores, tanques de armazenamento, sedimentação, salas subterrâneas de transformadores, gasómetros, túneis, galerias de serviço, cisternas de transporte, entre outros.



Atmosferas seguras são aquelas em que não exista o risco de asfixia (inferior a 19,5 %), que não exista o risco de incêndio ou explosão (superior a 10% do LEL ou o oxigénio superior a 23,5%/volume) e não exista risco de intoxicação (exposições agudas).

#### 1.4.6. Estados Unidos da América

Os Estados Unidos da América (EUA) são uma referência incontornável em matéria de espaços confinados. A sua experiência é longa e, em reflexo dos muitos acidentes graves e mortais acontecidos ao longo dos últimos 50 anos, criaram inúmeras ferramentas legais, normas e procedimentos, que servem para minimizar a probabilidade de um trabalho num espaço confinado dar origem a consequências devastadoras.

O U. S. Work Department (departamento do trabalho dos EUA) criou uma divisão dedicada ao tema espaços confinados. Nesta área destacam-se normas OSHA, diretivas, instruções técnicas, documentos de interpretação dos padrões e normas nacionais, em espaços confinados.

A OSHA publicou a definição no 29 CFR 1910.146(b) o significado de espaço confinado, onde determinou ser o grande o bastante que possui uma configuração que permite a entrada de um trabalhador depois de ter assinado a autorização de trabalho. Que tem uma limitação para a entrada ou saída e dá como exemplo (tanques, silos, reservatórios, ...), ou seja, são espaços com limitações físicas, que não foram desenhados para a presença humana continua.

O documento 29 CFR 1910 subparte H (materiais perigosos) apresenta-se dividido em diversos temas. Destaca-se os que se relacionam diretamente com o tema espaços confinados (1910.146 - Autorização de entrada em espaços confinados) e os apêndices listados: Apêndice A, Fluxograma dos espaços confinados; Apêndice B, Procedimentos para testes atmosféricos; Apêndice C, Exemplos de programas em espaços confinados; Apêndice D, Lista de verificação pré-entrada no espaço confinado; Apêndice E, Entrada em sistemas de águas residuais; Apêndice F, Critérios para as equipas de resgate.

Criaram para a atividade marítima uma definição de espaço confinado, onde diferenciam a definição entre espaço confinado e espaço fechado. Espaço Confinado é definido pela 29 CFR 1915.4 (p) como “um compartimento de dimensão reduzida, com acesso limitado como um tanque duplo de fundo ou qualquer espaço que pelo seu tamanho e confinamento possa

criar uma exposição agravada a perigos”. Espaço Fechado é definido por 29 CFR 1915.4 (q) como “... qualquer espaço que não um espaço confinado que seja fechado e com teto, que inclui casa das máquinas e gabinetes.”

Para a construção Civil também definiram o que entendem por espaço confinado a definição encontra-se em 29 CFR 1926.21 (b)(6)(i)(10) e definem um espaço confinado como “qualquer espaço que tenha os acessos limitados, que possa conter a acumulação de contaminantes tóxicos ou infamáveis ou que tenha atmosferas deficientes em oxigénio.” Estipulou que os espaços confinados são, tanques, silos, túneis, linhas, espaços abertos como po exemplo valas, mas deixa em aberto que muitos mais podem ser definidos como espaços confinados.

O NIOSH (Natonal Institute for Occupational Safety and Health) definiu como espaço confinado “um espaço que apresente condições de acesso limitadas para entrada e saída ventilação natural desfavorável que possa conter ou produzir contaminantes do ar perigosos e que não foi pensado para a permanência contínua de humanos. Sabendo que existem diferentes perigos e diferentes condições, criaram 3 classes de espaços confinados.

- Espaços Classe A – São os que apresentem situações de perigo iminente para a vida ou saúde. Incluem espaços que contenham insuficiência de oxigénio, ou contenham gases explosivos ou inflamáveis, ou atmosferas tóxicas.
- Espaços Classe B – Não apresentem situações imediatas de perigo para a vida ou saúde. Contudo, tem potencial para causar danos ou doenças, se não forem usados equipamentos de proteção adequados.
- Espaços Classe C – São todos aqueles em que podem conter os perigos descritos anteriormente mas que a sua dimensão não é significativa, e como tal não são requeridos práticas ou procedimentos especiais.

Produziram também os documentos NIOSH 80 - 106 Trabalhos em espaços confinados e NIOSH 94 - 103 Mortes de trabalhadores em espaços confinados

Atualmente nos EUA sabe-se que os espaços confinados podem ser encontrados em praticamente qualquer lugar, e que o seu reconhecimento é o primeiro passo na prevenção de acidentes mortais. Este assunto ganhou uma dimensão que levou diversos estados a optarem por criar definições adaptadas às suas necessidades:

California definiu um espaço confinado como “... um espaço define-se por ter as seguintes condições: (A) ventilação insuficiente para remover os contaminantes perigosos dos ar e/ou uma atmosfera deficiente em oxigénio pode existir ou ser desenvolvida. (B) estarem disponíveis entradas e saídas para que em caso de acidente se consiga remover um trabalhador e a dimensão dos acessos”.

Kentucky definiu um espaço confinado como “... um espaço tem as seguintes características: (1) acessos de entrada ou saída limitados. (2) Ventilação do espaço inadequada permitindo a acumulação de contaminantes do ar tóxicos, inflamáveis e/ou que provoquem um perda de oxigénio”.

Maryland definiu um espaço confinado como “... um espaço confinado é um espaço que tem acessos limitados, ou seja entradas e saídas restringidas e são de tal forma fechados que a ventilação natural não é suficiente. De acordo com a regulamentação do Estado terá a acumulação de gases tóxicos ou combustíveis, ou deficiência de oxigénio”.

Michigan definiu um espaço confinado como “... um espaço confinado não foi pensado para a permanente ocupação humana e por esse motivo a construção física ou a utilização pode ter uma ou mais das seguintes situações: (a) Qualidade do ar inaceitável. (b) o risco de engulfamento estar presente (líquido ou sólido)”.

Oregon promulgou pelo Departamento de finanças e seguros de Oregon uma lista com a descrição de alertas e procedimentos adotar sempre que se trabalhar em tanques, reservatórios. Não definem objetivamente o termo espaço confinado.

Virginia definiu um espaço confinado como “... qualquer espaço que não foi pensado para a ocupação permanente de trabalhadores, que tenha acessos limitados e que possa de alguma forma acumular uma atmosfera perigosa, onde exista o risco de engulfamento. As atmosferas perigosas são: Gases e vapores se excederem 10% do limite inferior de explosividade / Níveis de oxigénio inferiores a 19,5% ou a mais de 23,5% por volume / Concentrações de contaminantes que excedam os valores publicados pela OSHA na subpart Z do 29 CFR 1910 / Condições que possam resultar em condições que possam afetar a saúde. )”.

Washington definiu de forma concisa o que entende ser um espaço confinado “...tem meios de acesso limitados, com a possibilidade de acumulação de contaminantes tóxicos ou inflamáveis, ou atmosferas deficientes em oxigénio)”.

A ferramenta digital ELAWS - Employment Laws Assistance for Workers and Small Businesses (OSHA Confined Spaces Advisor) fornece orientação para ajudar os empregadores e os trabalhadores a protegerem-se contra os perigos da entrada em espaços confinados, dando ênfase à obrigatoriedade de autorização de trabalho. Esta ferramenta ajuda a determinar se um espaço está ou não coberto por legislação. O sistema oferece ainda as definições de termos técnicos e respostas às perguntas mais frequentes sobre o tema espaços confinados.

Outra iniciativa envolveu a produção de um livro de bolso que se encontra acessível a todos os que necessitem de uma informação rápida e concisa. O livro de bolso informa que os espaços confinados com obrigatoriedade de autorização de entrada são os que podem conter uma atmosfera perigosa ou potencialmente perigosa, conter um material que pode envolver o trabalhador, que tenha paredes que convergem para dentro ou pisos que se inclinam para baixo e afunila numa área menor podendo prender ou asfixiar um trabalhador, conter outros perigos físicos graves, tais como máquinas ou arestas contundentes. Informa que os procedimentos corretos que devem ser adotados passam por não entrar em espaços confinados sem estarem treinados e sem autorização, para isso é fundamental entender e seguir os procedimentos do empregador e antes de entrar saber como e quando sair. Antes de entrar é preciso identificar quaisquer perigos físicos, assim como é preciso testar e monitorizar o teor de oxigénio, a explosividade e a toxicidade, usar equipamentos de proteção contra quedas, resgate, ar monitorizado, ventilação, iluminação e comunicação, atuar de acordo com os procedimentos definidos para a entrada, manter contacto em todos os momentos com um vigia treinado, quer visualmente, por telefone, ou por rádio, verificar se o vigia sabe como atuar numa eventual situação de emergência e garantir antes de entrar que existe uma equipa de resgate.

Elaboraram um conjunto de procedimentos, e para áreas específicas de atividade elaboraram guias, como por exemplo: "Protecting Construction Workers in Confined Spaces: Small Entity Compliance Guide". Em 2004, o departamento do trabalho, segurança e saúde ocupacional dos Estados Unidos criou um conjunto de requisitos para as autorizações de trabalho (OSHA 3138-01R).

A Centers for Disease Control and Prevention (CDCP) em articulação com a CDC - The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) fornecem informações detalhadas das diferentes substâncias com as quais os trabalhadores se podem cruzar,

alertando para os perigos e riscos dos produtos químicos, assim como para as medidas que podem e devem ter lugar caso se verifique uma intoxicação.

Os EUA contam também com a Association Advancing Occupational and Environmental Health (ACGIH), que conta com 75 anos de existência e que, entre outras funções, tem um papel de importância fundamental na definição, monitorização e atualização dos valores limites de exposição ocupacional.

Na análise destaca-se o facto dos acidentes graves e mortais serem registados e rapidamente transformados em estudos de caso e publicados na página oficial da NIOSH. Permitindo que todos aqueles que se relacionam com o tema espaços confinados possam ficar sensibilizados para os factos que conduziram ao acidente e percebam quais as implicações que teve o acidente para o trabalhador e/ou empresa. O departamento do trabalho dos Estados Unidos (OSHA) produz com frequência fichas informativas.

Num dos (ficha nº 12 produzida em 2015 - Asphyxiation in Sewer Line Manhole) pode ler-se que um encarregado da construção civil morreu de asfixia após entrar espaço confinado sem monitorizar o interior. A Safety and Health Regulations for Construction (norma para espaços confinados na construção) 1926.1202 - Subparte AA – Espaços Confinados na Construção, define-se como um espaço confinado que seja grande o suficiente e configurado de modo que um trabalhador possa entrar, que possa ter meios limitados ou restritos para entrada e saída e que não tenha sido projetado para ocupação contínua de trabalhadores. No que concerne ao oxigénio a brochura informa que só se considera uma atmosfera perigosa quando o oxigénio atmosférico estiver abaixo de 19,5% ou cima de 23,5%, mas que o nível normal de oxigénio atmosférico está entre 20,8% e 21%.

Na página oficial da NIOSH encontra-se uma área dedicada à prevenção de acidentes fatais em espaços confinados. É solicitada a participação de gestores, supervisores e trabalhadores na prevenção de mortes que ocorrem em espaços confinados. Alertam para o facto do reconhecimento ser o primeiro passo, e o mais importante, na prevenção de acidentes fatais. As mortes em espaços confinados geralmente ocorrem porque existem atmosferas com deficiência de oxigénio, atmosferas tóxicas ou atmosferas potencialmente inflamáveis. Os espaços confinados devem ser avaliados antes da entrada e continuamente monitorizados.

Informam que mais 60% das mortes em espaços confinados ocorrem entre “aspirantes a resgatadores”. Identificam-se na página oficial alguns estudos de caso (quadro 4) que ilustra a perigosidade dos trabalhos em espaços confinados.

| Deaths |          |                                   |   |        |         |       |   |
|--------|----------|-----------------------------------|---|--------|---------|-------|---|
| Case   | Date     | Type of Space                     | Type of Hazard                                      | Worker | Rescuer | Total | Comment   |
| #1     | 12/29/83 | Sewage digester                   | Oxygen deficiency                                   | 1      | 1       | 2     | --  |
| #2     | 3/8/84   | Sewer line construction           | Toxic atmosphere; physical hazard                   | 1      | 1       | 2     | 38 others injured   |
| #3     | 10/4/84  | Fracturing tank                   | Oxygen deficiency                                   | 0      | 2       | 2     | 2 rescuers drowned  |
| #4     | 12/5/84  | Toluene storage tank              | Toxic atmosphere; explosion; limited entry and exit | 1      | 1       | 2     | 15 others injured   |
| #5     | 5/13/85  | Waste water tank physical hazard  | Toxic atmosphere                                    | 1      | 1       | 2     | Rescuer died two weeks later  |
| #6     | 6/7/85   | "Spent" acid storage tank         | Toxic atmosphere                                    | 0      | 1       | 1     | 1 Rescuer was father of woker                                       |
| #7     | 7/2/85   | Underground waterline, valve area | Toxic atmosphere                                    | 1      | 0       | 1     | Worker died of acute liver failure; another worker illbut recovered |
| #8     | 7/2/85   | Sewage pumping station            | Physical hazard; toxic atmosphere                   | 1      | 3       | 4     | 2 died of drowning; 2 of asphyxiation                               |
| Totals |          |                                   |   | 6      | 10      | 16    | 53 Others Injured   |

Quadro 1 – Estudos de Casos, Fonte: CSC 2017

#### 1.4.7. França

França possui um código do trabalho (Code du Travail) que foi atualizado em junho de 2016, que define os termos gerais da relação laboral entre trabalhadores e empregadores.

É através do Institut National de la Recherche Scientifique (INRS) que toda a informação sobre segurança é difundida. Sobre o tema espaços confinados e em particular sobre o tema oxigénio, produziram ao longo dos últimos 10 anos as seguintes fichas:

- ED 98 – Equipamentos de proteção respiratória – Outubro 2008;
- ED 116 – Detecção pré-intervenção em tanque – Novembro 2014;

- ED 703 – A ventilação de espaços confinados – Fevereiro 2015;
- ED 894 – A deteção de gases e vapores na atmosfera do local de trabalho – Janeiro 2002;
- ED 941 – Intervenção de empresas prestadoras de serviço – Outubro 2009;
- ED 6026 – As intervenções em espaços confinados nas estruturas de drenagem – Março 2010;
- ED 6106 – Os aparelhos de proteção respiratória – Julho 2017;
- ED 6126 – Trabalho dentro de atmosferas com empobrecimento de oxigénio – Fevereiro 2002;
- ED 6184 – Espaços Confinados – Agosto 2014;
- R 447 – Recomendação para a prevenção de acidente de trabalho em espaços confinados – Fevereiro 2010.

Da análise feita às diversas fichas técnicas entende-se como um espaço confinado aquele que se pode caracterizar por ser um espaço total ou parcialmente fechado, que não foi projetado e construído para ser permanentemente ocupado por pessoas, mas que ocasionalmente podem ter a necessidade de entrar temporariamente para o desempenho de uma tarefa, como por exemplo uma inspeção, manutenção ou reparação e em que o espaço confinado pode representar riscos para a saúde e a segurança devido a ventilação natural insuficiente ou conter substâncias ou produtos perigosos.

No documento “Espaces confinés - Guide Pratique de Ventilation”, no ponto 3.2. – Mesure de l'état de l'atmosphère intérieure (pág. 9), na alínea b) encontra-se a informação sobre a medição do teor de oxigénio. O ambiente deve ser verificado usando um medidor de oxigénio portátil, nas mesmas condições que deve ser monitorizada a explosividade. Se o teor de oxigénio for inferior a 19%, a penetração só deve ser realizada com equipamentos de proteção respiratória. Deve notar-se que qualquer concentração de oxigénio medida inferior a 20,5% já indica uma anomalia na atmosfera do espaço confinado (consumo de oxigénio ou acumulação de outro gás).

No documento ED 6126 (Trabalho dentro de atmosferas com empobrecimento de oxigénio) lê-se que a redução do teor de oxigénio nas instalações protegidas pode ser obtida pela introdução de um gás inerte, geralmente no interior do espaço. A técnica de reduzir a concentração de oxigénio na atmosfera é cada vez mais utilizada em várias indústrias para reduzir o risco de incêndio. O valor normal de 21% (vol.) de oxigénio é reduzido para 17 ou 15% (vol.) ou até 13% (vol.) dependendo dos materiais presentes nas instalações a serem



protegidas. Esta técnica é particularmente utilizada em áreas de armazenamento (indústria química para substâncias perigosas, indústria alimentar, etc.), mas também em setores como o das telecomunicações, instalações com paredes fortes, instalações arquivos e bibliotecas. Nesse documento é ilustrado o facto da carência de oxigénio também estar diretamente relacionado com a altitude e ser influenciada pela situação meteorológica (alta ou baixa pressão). Produziram especificamente um guia para trabalhos em atmosferas em que seja expectável a alteração do nível de oxigénio (ED 6126 - Travaux dans une atmosphère appauvrie en oxygène).

O Ministério da Ecologia, Energia, Desenvolvimento Sustentável e Mar, em novembro de 2009, produziu o relatório “Accidents en espace confiné” onde alerta logo desde o primeiro momento para o facto de que, em muitos dos acidentes industriais que envolvem intervenções em espaço confinado, o principal risco é gerado pela presença intencional ou accidental de uma atmosfera tóxica, inflamável ou simplesmente um carência de oxigénio. As pessoas morrem depois de entrar nesses ambientes, subestimando os riscos, outros podem sucumbir na tentativa não planeada de um eventual resgate. O documento define como espaço confinado como sendo um volume totalmente fechado ou em que a circulação de ar e as trocas com o exterior são limitadas, com acessos restringidos nas formas de entrada, e que geralmente não está adaptado à presença permanente de pessoas, nem o pretende ser. Pode constituir uma forma de passagem obrigatória e receber a visita ocasional de pessoas responsáveis pela limpeza, manutenção e manutenção. É provável que apresente riscos para as partes interessadas, devido ao seu design, à sua atmosfera ou aos materiais perigosos que contém.

O relatório “Accidents en espace confine” é partilhado com todos os que por esta matéria tenham interesse, e relata os acidentes que tiveram lugar em espaços confinados, descrevendo o que aconteceu e o que poderia ter sido feito para se evitar. A informação sobre os acidentes pode ser consultada na página oficial da Bureau d’Analyse des Risques et Pollutions Industriels (BARPI)

#### **1.4.8. Hong Kong**

Criado no âmbito do Conselho de Segurança do Trabalho Saúde em 1988, o OSHC é um órgão estatutário para a promoção da segurança e saúde no trabalho, que aposta na manutenção da força de trabalho em Hong Kong.

Foi criado um regulamento para as empresas industriais sobre o tema espaços confinados, constituindo-se como a principal legislação que rege o trabalho em espaços confinados. Outros documentos foram igualmente produzidos, tais como o guia para a indústria (Confined Spaces) que ilustra as cinco etapas para avaliar o risco e os procedimentos que devem ser adotados.

As principais mensagens que se podem retirar dos documentos são que trabalhar em espaços confinados pode matar ou causar lesões em qualquer setor, indo desde os trabalhos mais simples aos mais complexos. As vítimas de acidentes em espaços confinados são não só as pessoas que trabalham no espaço confinado, como também aqueles que tentaram resgatar alguém sem formação e/ou equipamentos adequados.

Espaço Confinado é um qualquer lugar que, em virtude de ser fechado, dá origem a que surjam riscos específicos, como por exemplo um incêndio ou explosão, a perda de consciência, o aumento da temperatura corporal, a asfixia devido à existência ou aparecimento de gás, fumo ou vapor, o afogamento devido ao aumento do nível de líquido, engolfamento devido a um fluxo sólido. Como exemplo, câmaras, tanques, cubas, poços, assim como esgotos, túneis, tubos, condutas, caldeiras.

Atmosfera Perigosa é toda aquela que tenha uma deficiência de oxigénio, gases inflamáveis, substâncias químicas, riscos mecânicos, riscos elétricos, ruído, radiações, ambientes perigosos, condições de acesso aos espaços, afogamento (líquido e/ou sólido), risco de operações manuais e biológicos.

Relativamente à legislação sobre o tema espaços confinados encontra-se no “Chapter 59AE Factories and Industrial Undertakings (Confined Spaces) Regulation” e no “Code of Practice for Safety and Health at Work in Confined Spaces”.

Foi produzido um guia de apoio às atividades em espaços confinados (*Guidance for working in confined spaces*), para orientar empresas e trabalhadores que pretendam realizar trabalhos em espaços confinados. Um dos pontos de destaque do documento é a importância dada à necessidade do empregador ter que realizar a avaliação de riscos para os trabalhos em espaços confinados, antes de o trabalhador entrar. Outro destaque é a importância que é dada à elaboração e assinatura das autorizações de trabalho. Na informação eu é produzida para a sensibilização para a segurança, não deixam de vincar que do incumprimento das obrigações resultam penalizações severas (valores monetários e dias de prisão).

Entendem que a avaliação de risco é um procedimento de identificação dos perigos relevante e explora a possibilidade de poderem ocorrer lesões e/ou doenças que causam danos ao trabalhador. Os empregadores devem realizar as avaliações de risco para cada uma das tarefas e as pessoas designadas para a realização de avaliações de risco devem reunir as competências apropriadas.

#### 1.4.9. Índia

A Índia, em matéria de espaços confinados, é fortemente influenciada pela linha de pensamento germânico. Em novembro de 2009 produziu um documento com a designação “Tema – 1 / Segurança do espaço confinado – Gestão de Riscos de Desastres Industriais”.

Neste documento surge a definição de espaço confinado. De um modo geral, entende-se como sendo um espaço fechado ou parcialmente fechado que não foi projetado ou destinado à ocupação humana, que têm uma entrada ou saída restrita, pode representar um risco para a saúde e segurança de qualquer pessoa que entre, devido a um ou mais de fatores tais como a própria construção, a localização ou a atmosfera, os materiais ou substâncias nele contido e as atividades de trabalho que são realizadas e os riscos mecânicos existentes.

Espaços confinados podem estar abaixo ou acima do solo. Espaços confinados podem ser encontrados em quase todos os locais de trabalho. Um espaço confinado, apesar do seu nome, não é necessariamente pequeno. Exemplos de espaços confinados incluem silos, cubas, tremonhas, recipientes de reação, tanques, esgotos, tubos, poços de acesso, carros tanques, asas de aeronaves. As fossas e trincheiras também podem ser um espaço confinado quando o acesso ou a saída são limitados.

Uma atmosfera deficiente em oxigénio tem menos de 19,5% de oxigénio. Em qualquer atmosfera com menos de 19,5% de oxigénio não deve ser permitida a entrada sem um aparelho de respiração autónomo.

O nível de oxigénio num espaço confinado pode ser diminuído devido a trabalho de soldagem, corte, ou brasagem, determinadas reações químicas (ferrugem) ou através de 6% de ação bacteriana (fermentação) e se o oxigénio for substituído por outro gás, como por exemplo dióxido de carbono, azotogénio ou cloro. A substituição total de oxigénio por outro gás resultará em inconsciência, seguido de morte.

#### **1.4.10. Inglaterra**

Os ingleses, tal como franceses e americanos, há muito que dedicam atenção ao tema Espaços Confinados. O regulamento nº 1713 - Health and Safety - Confined Spaces Regulations, datado de 1997, impõe requisitos e proibições em relação à saúde e segurança das pessoas que realizam trabalhos em espaços confinados.

Para a gestão da saúde e segurança das atividades de alto risco foi criado o documento Joint Service Publication (JSP) 375. É uma publicação corporativa que fornece orientação para o cumprimento das obrigações legais em matéria de saúde e segurança, e fornece uma estrutura comum para a organização e os arranjos para a gestão diária da saúde e segurança. Este documento resume os deveres e responsabilidades das pessoas encarregadas do trabalho em espaços confinados, pode-se ler que é proibida a entrada em espaços confinados para realizar um qualquer trabalho a menos que não haja outro método razoavelmente praticável. É necessário exigir um sistema seguro de trabalho a ser adotado sempre que seja necessária a entrada no espaço confinado, para isso é preciso exigir meios adequados para o resgate de qualquer pessoa em caso de emergência.

De acordo com o regulamento, um espaço confinado significa qualquer lugar, incluindo qualquer câmara, tanque, cuba, silo, poço, trincheira, tubulação, esgoto, chaminé, poço ou outro espaço similar em que, em virtude da sua natureza fechada, possa surgir um risco especificado, razoavelmente previsível.

Risco especificado significa um risco de ferimento grave de qualquer pessoa no trabalho decorrente de um incêndio ou explosão, a perda de consciência decorrente do aumento da temperatura corporal, asfixia decorrente de gás, vapor ou falta de oxigénio, o afogamento devido ao aumento no nível de líquido, a asfixia devido um sólido de fluxo livre ou a incapacidade de atingir um ambiente respirável, ou ao aprisionamento por um sólido de fluxo livre.

A Comissão de Saúde e Segurança estabeleceu um conjunto de requisitos – “Código Aprovado L101” – em que aborda as responsabilidades de quem trabalha em espaços confinados e dá orientações para a área da conceção, construção, operação e manutenção de instalações, no sentido mais amplo. No documento (página 22) surge uma detalhada definição da deficiência de oxigénio, onde se lê que a falta de oxigénio na atmosfera também pode levar à asfixia ou inconsciência. A deficiência de oxigénio pode resultar de:

- Purga do espaço confinado com um gás inerte para remover gás, fumo, vapor ou aerossóis inflamáveis ou tóxicos;
- Obtenção natural a partir de um processo biológico ou químico para consumir vasos de fermentação na fabricação de cerveja, ou em embalagens de carga do transporte de madeira ou produtos de madeira, torneiras de aço, cisco ou sucata, produtos vegetais, grãos ou carvão, etc.;
- Transporte ou armazenamento de pellets, usado como combustível biológico, que em certas circunstâncias podem não só consumir oxigénio como também produzir monóxido de carbono;
- Deixar espaços completamente fechados por algum tempo (contendo peças de aço), uma vez que o processo de formação de ferrugem na superfície interna consome oxigénio. Os navios de aço carbono recentemente fabricados são especialmente vulneráveis à ferrugem, particularmente aqueles com grande área de superfície, por exemplo, permutadores de calor, separadores, filtros, etc.;
- Aumento do nível de dióxido de carbono, devido à presenças de muitas pessoas num espaço fechado;
- Operações de queima e trabalhos de soldadura que consomem oxigénio;
- Deslocação de massas de ar, por exemplo, com inibidores de azotogénio;
- Reposição de ar inadequada, particularmente quando o trabalho é intenso ou a taxa de respiração aumenta devido à temperatura ambiente no espaço, em que tanto o calor como o frio podem causar alterações na taxa de respiração de uma pessoa;
- Adição de elementos de carbono projetados para inibir o fogo (p.ex. arquivos, bibliotecas e salas de servidores de TI), ou para prolongar a vida útil dos produtos (por ex. frutas frescas), ou para reduzir os efeitos da oxidação.

A Health Safety Executive (HSE) tem vindo a produzir um conjunto de documentos que suportam as atividades dentro dos espaços confinados, como por exemplo os documentos EH40/2005 Workplace exposure limits, e Safe work in confined spaces.

Com o documento EH40/2005 Workplace exposure limits - Containing the list of workplace exposure limits for use with the Control of Substances Hazardous to Health Regulations (as amended) surge o alerta para o facto de alguns gases e vapores, quando presentes em altas concentrações no ar atuam como asfixiantes simples, reduzindo o teor de oxigénio por diluição, de tal forma que a vida não pode ser suportada. Muitos asfixiantes são inodoros e incolores e não são facilmente detectáveis. A monitorização do oxigénio do ar é muitas

vezes o melhor meio para garantir a segurança. Existem riscos substanciais se a concentração de oxigénio na atmosfera variar de normal (20,8%) sob pressão atmosférica normal. Com referência a requisitos legais específicos, qualquer diferença no conteúdo de oxigénio normal deve ser investigada, os riscos avaliados e as medidas apropriadas tomadas à luz do risco. A Lei das Minas e Pedreiras de 1954 (Seção 55) refere-se ao dever que o gerente de cada mina tem de garantir ventilação abaixo do solo adequada para a diluição de gases e fornecer ar com oxigénio suficiente. A seção 55 (2) (b) especifica a quantidade de oxigénio no corpo geral do ar como não inferior a 19% em volume.

Verifica-se que os ingleses, no que concerne ao nível de oxigénio, nunca se comprometem com valores de referência, evitando assim que empresas e trabalhadores sejam induzidos em erro. Mas dão ênfase à necessidade de uma permanente e correta monitorização da atmosfera.

#### **1.4.11. Irlanda**

A Autoridade de Saúde e Segurança, após consulta pública, publicou a 01 de maio de 2017 o "Código de Boas Práticas para trabalho em espaços confinados", que altera o código que tinha sido emitido em 2010, e que estava em consonância com a Lei de Segurança, Saúde e Bem-Estar no Trabalho de 2005. Este documento proporciona orientação prática quanto às disposições de segurança, saúde e bem-estar no trabalho em espaços confinados.

Os espaços confinados são definidos como qualquer local, incluindo navios, tanques, recipientes, cubas, silos, poços, esgotos, câmaras de compartimento, adegas ou outros espaço que, em virtude da sua natureza confinada, crie condições que possam dar origem a um risco de acidente, dano ou lesão de natureza tal que exigem uma ação de emergência.

Poderão conter ou produzir atmosferas inflamáveis ou explosivos, conter gases nocivos, fumo ou vapor, aumento brusco do nível de um qualquer líquido, o excesso ou carência de oxigénio e uma temperatura excessivamente alta.

Muitos espaços confinados são facilmente identificados, por exemplo, tanques para armazenamento de líquidos, vasos de pressão, anteparas de navios, câmaras subterrâneas e esgotos. Outros são menos óbvios, mas podem ser igualmente perigosos, por exemplo, tanques e tonéis de topo aberto, partes de edifícios durante a construção, poços, silos de armazenagem sem ventilação ou inadequadamente ventilados.

Potencialmente, qualquer estrutura fechada em que as pessoas consigam entrar passam a ser espaços confinados. Alguns lugares enquadram-se na definição de um espaço confinado apenas ocasionalmente, devido ao tipo de trabalho a ser realizado. Exemplos incluem uma sala de pintura por pulverização ou uma conduta de ar de metal com trabalhos de soldadura.

Outros lugares são abrangidos pela definição de um espaço confinado em razão de uma coincidência previsível. Alguns exemplos incluem uma vala nas proximidades de um aterro de gás natural, um poço de garagem em que se derramou gasolina, uma adega contendo um cilindro de gás a verter, ou um recipiente de transporte em que foi derramado um produto químico tóxico volátil.

Para efeitos do presente código, as principais características que definem um espaço confinado são, o fato de ser um espaço fechado, o risco de lesão grave devido ao perigo ser criado em virtude da natureza do espaço e a lesão potencial ser séria e exigir uma ação de emergência para resgatar a pessoa envolvida.

No documento, encontra-se a definição de deficiência de oxigénio. Uma deficiência de oxigénio na atmosfera pode resultar na falta de capacidade de avaliação por parte do trabalhador, inconsciência e morte. Pode ser causada pelo deslocamento de ar por outro gás ou por vários processos biológicos ou reações químicas (por exemplo, apodrecimento da matéria orgânica, ferrugem de metal, queima, etc.) que eliminam ou consomem oxigénio do ar. O oxigénio também pode ser removido do ar por reação química em superfícies de aço, especialmente onde estas são húmidas. Pode ser devido à ocupação do espaço por outro gás, como por exemplo o azoto que é usado para purgar uma atmosfera inflamável, ou por vários processos biológicos ou reações químicas.

A concentração normal de oxigénio na atmosfera é de 20,8%. Qualquer diferença no conteúdo de oxigénio do normal deve ser investigada, o risco deve ser avaliado e devem ser tomadas medidas adequadas ao risco que seja identificado.

Uma redução relativamente pequena na concentração de oxigénio pode levar à redução da percepção do risco por parte do trabalhador. Os efeitos são muito rápidos e geralmente não perceptíveis ao nível dos sentidos. Isso pode acontecer mesmo em circunstâncias em que apenas a cabeça de uma pessoa está dentro do espaço confinado. Concentrações muito baixas de oxigénio podem levar à inconsciência e posteriormente à morte.



#### 1.4.12. Itália

Em Itália o tema espaços confinados é encarado com cuidado e atenção, em muito por força dos acidentes ocorridos entre agosto de 2006 a junho de 2012, em que tiveram lugar 23 acidentes, os quais provocaram a morte de 44 trabalhadores. Estatisticamente, no panorama dos acidentes em espaços confinados (acidentes laborais) a relação é superior a 1:1. É uma frequência muito distante da tipificada para outros ambientes de trabalho – 1:330, de acordo com a teoria de H.W. Heinrich (de 1931) ou 1:600, de acordo com a teoria de F. Bird (de 1969).

O Istituto Nazionale Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro (INAIL) é a entidade pública que assume a responsabilidade da promoção da segurança laboral e a prevenção de acidentes de trabalho. O Decreto Legislativo N.º 81, de 9 de abril de 2008, é o documento legal sobre o tema segurança dos trabalhadores no local de trabalho. Destacam-se dois artigos diretamente relacionados ao tema espaços confinados. O artigo n.º 66 (trabalhos em áreas suspeitas de poluição) pode ler-se que é proibido permitir que os trabalhadores acessem a poços, esgotos, chaminés, poços, túneis e em ambientes gerais e recipientes, tubulações, caldeiras e similares, onde é provável a existência de gases. Apela à necessidade de monitorização de gases e eventual ventilação. Quando houver dúvidas sobre a percepção da atmosfera, os trabalhadores devem fazer uso de equipamentos de proteção adequada. A abertura do acesso a esses locais deve ter dimensões de modo a permitir a recuperação fácil de um trabalhador inconsciente. E o artigo n.º 121 (presença de gás em escavações) determina que ao trabalhar em poços, esgotos, túneis, chaminés e poços em geral, deve ser feita uma autorização de trabalho, usando medidas contra os perigos resultantes da presença de gases ou vapores tóxicos, asfixiantes, inflamáveis ou explosivos, especialmente em relação com a natureza geológica do terreno ou a proximidade de fábricas, armazéns, refinarias, estações de compressão e descompressão, gasodutos e oleodutos, o que pode originar infiltração de substâncias perigosas. Este documento alerta também que uma atmosfera perigosa pode ser formada no caso de existir um valor de oxigénio abaixo de 19,5% ou acima de 23,5%. Agentes químicos perigosos em concentrações superiores aos valores-limite de exposição. Agentes químicos perigosos capazes de formar uma mistura explosiva (gases/vapores/névoas...).

O D.P.R. 177/2011, de 14 setembro de 2011, é o regulamento que contém normas para a qualificação de empresas e trabalhadores independentes que operam em locais confinados, de acordo com o artigo 6, parágrafo 8, letra g), do decreto legislativo 9 de abril

de 2008, n.º 81. Este documento aplica-se às atividades em áreas suspeitas ou contaminadas, e afirma a independência substancial das duas condições para efeitos de requisitos legais obrigatórios. Considera que a questão do "confinamento" apresenta problemas de acesso na fase operacional e especialmente para aqueles que, mesmo por doença, podem ser incapazes de sair sem a ajuda de terceiros.

### 1.4.13. Conclusão do contexto internacional

Os documentos que foram criados por cada país sobre o tema espaços confinados depende de fatores tais como a percepção, o nível de desenvolvimento, a experiência, o rigor, e a relevância que foi dado ao tema. Mesmo existindo diferenças de país para país constata-se que na generalidade produziram procedimentos, regras e legislação específica, que visam salvaguardar as responsabilidades de quem direta ou indiretamente se cruzam com os espaços confinados.

Depois de analisados vários países e a forma como interpretam o valor de oxigénio, contrariando até uma crença popular, em nenhum dos documentos analisados diz que um nível de oxigénio de 19,5% é um valor seguro, mas sim que as atmosferas que têm níveis abaixo de 19,5% podem ser perigosas. Existem países, como por exemplo a Alemanha e a Irlanda, que definiram que o valor seguro de oxigénio dentro de um espaço confinado o valor de 20,9% e 20,8% respetivamente.

No entanto, verifica-se que mesmo nos países com maior experiência, como é o caso dos Estados Unidos da América, os acidentes em espaços confinados continuam a acontecer dia após dia! John Rekus, em 1994 já alertava para o facto das pessoas estarem agarradas a um conceito perigoso! Tinha por hábito perguntar aos formandos dos cursos que ministrava sobre espaços confinados: "O porque de se referirem a 19,5% de oxigénio como um valor seguro? Também perguntava "porque não se teria definido um valor diferente, como por exemplo 19,3%, 19,8% ou 20,2%?" A resposta que mais recebia era "*é o que está na OSHA*".

Bob Henderson, membro da Associação de Higienistas Americanos desde 1992, escreveu em Maio de 2005 um artigo na página da Occupational Health & Safety, sobre os sensores de oxigénio (Maio de 2005) onde referia que "a deficiência de oxigénio é a principal causa de morte em acidentes com espaço confinado, e que qualquer concentração de oxigenio diferente de 20,9% indica uma condição anormal. Uma concentração de oxigénio menor que o normal, por definição, indica uma concentração maior do que o normal de algum outro componente ou a presença de um contaminante na atmosfera que está sendo amostrada. Apesar da leitura de oxigénio poder ser superior a 19,5% não significa que a atmosfera seja segura para entrar. A atmosfera deve ser avaliada diretamente para todos os perigos relevantes antes da entrada.

## 2.5. Estatísticas e Acidentes

Pretende-se com estatísticas como os relatos de acidentes fazer uma análise mais pragmática à realidade que se passa nos espaços confinados

### 1.5.1. Estatísticas

O principal objetivo é ilustrar a dimensão que os acidentes em espaços confinados têm para o mundo laboral, para assim despertar a atenção das autoridades e das diversas áreas de atividade laboral de onde fazem parte empresas, trabalhadores, familiares e amigos.

Há muito que se registam acidentes em espaços confinados, de tal forma que em Burgh Quay (Dublin) existe um monumento em memória de Patrick Sheahan, um polícia que perdeu a vida no dia 6 de maio de 1905, quando tentou resgatar John Fleming, que se encontrava dentro de uma caixa de saneamento e foi surpreendido por uma atmosfera tóxica. Ambos acabaram por perder a vida. O monumento também destaca a coragem de 12 cidadãos que também desceram ao interior da caixa para ajudar no resgate. Estas pessoas foram hospitalizadas mas sobreviveram, para descrever o terror e a aflição.

A OSHA estimava em 1993 que nos Estados Unidos existiam por ano 5.000 ferimentos graves e 63 mortes associadas a espaços confinados (Department of Energy, 1993, p11). Na Australia, em 1999 a Work Safe estimou que existiam mais de 658.000 entradas em espaços confinados por ano (WorkSafe, 1999, p. 28).

Os relatórios do Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional (NIOSH), da Administração de Segurança e Saúde Ocupacional (OSHA) e da Administração de Segurança e Saúde de Minas (MSHA) são os principais recursos para pesquisa da América do Norte (McManus, 1999, p. 198).

Com base no quadro 1, McManus (1999, p232-235) estrutura as condições atmosféricas perigosas das principais causas de morte. Dos 542 acidentes fatais envolvendo espaços confinados, as atmosferas perigosas foram fatais em 327 casos (60%).

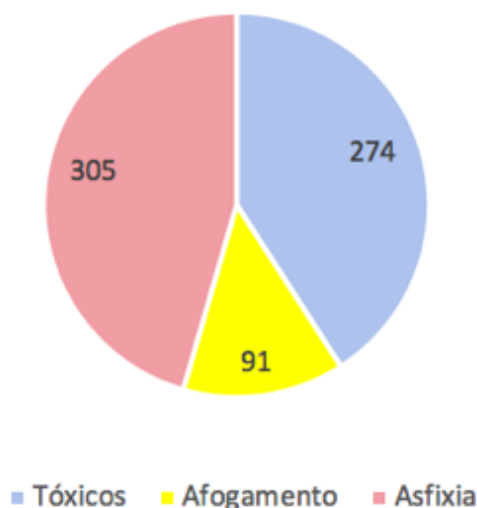
| Condição Acidente      | Espaços Confinados |            |
|------------------------|--------------------|------------|
|                        | A                  | F          |
| Manuseamento cereais   | 116                | 156        |
| Consignação inadequada | 41                 | 41         |
| Fogo / Explosão        | 83                 | 127        |
| Tóxicos                | 61                 | 89         |
| Asfixia                | 51                 | 79         |
| Outros                 | 21                 | 21         |
| <b>SubTotal</b>        | <b>373</b>         | <b>513</b> |

A = Acidentes Fatais

F = Fatalidades ocorridas durante esses acidentes

Quadro 2 – Adaptado, Resultados dos relatórios OSHA e MSHA (McManus, 1999)

O NIOSH criou um relatório, do banco nacional de dados de fatalidades ocupacionais traumáticas (NTOF), que fornece dados estatísticos sobre mortes em espaços confinados durante o período de 1980 a 1989. Quando analisado o estudo, verifica -se que um total de 670 mortes resultaram de 585 acidentes em espaços confinados. A morte por asfixia foi responsável por 305 casos (45%), envenenamento por substâncias tóxicas foi responsável por 274 (41%) e os afogamentos foram responsáveis por 91 dos casos (14%). Os dados estão resumido no gráfico 1.



| Causa da Morte | Nº Mortes  | % Total     |
|----------------|------------|-------------|
| Tóxicos        | 274        | 41%         |
| Afogamento     | 91         | 14%         |
| Asfixia        | 305        | 45%         |
| <b>TOTAL</b>   | <b>670</b> | <b>100%</b> |

Gráfico 1 – Adaptado – Causa da Morte (NIOSH, 1998)

Sessenta e duas mortes foram devidas à deficiência de oxigénio, tal como está representado no gráfico 2.

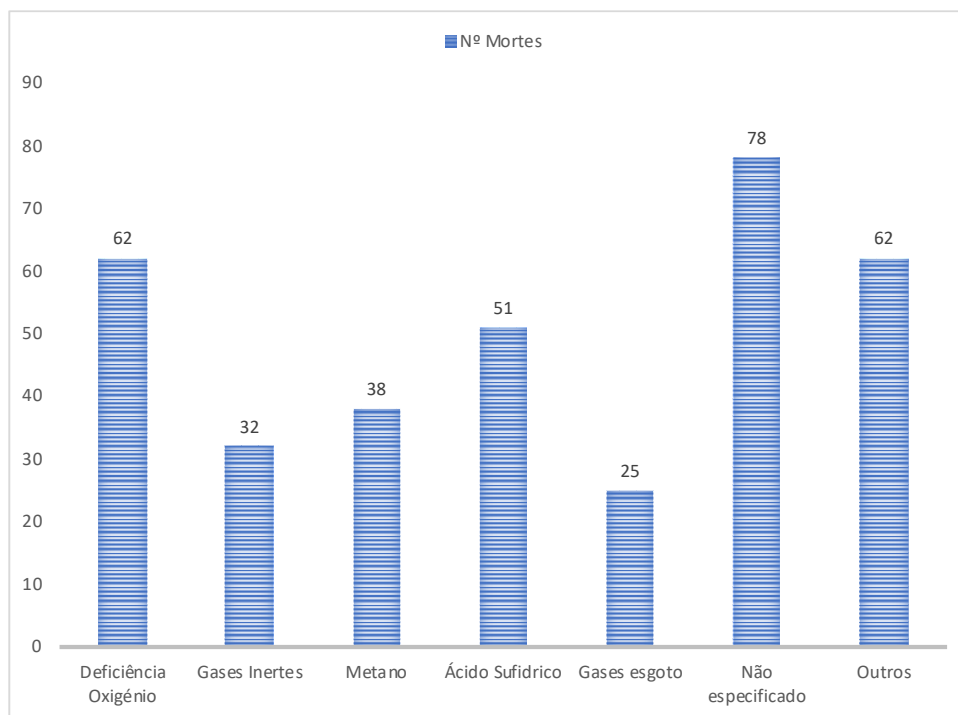


Gráfico 2 – Adaptado - Fatalidades em espaços confinados (NIOSH, 1998)

Segundo a informação recolhida da página da Heath and Safety Executive, o gráfico 3 mostra que analisando o período de doze anos (abril de 2000 a março de 2012) ocorreram em média 53 acidentes fatais por ano, representando os acidentes em espaços confinados 8%.

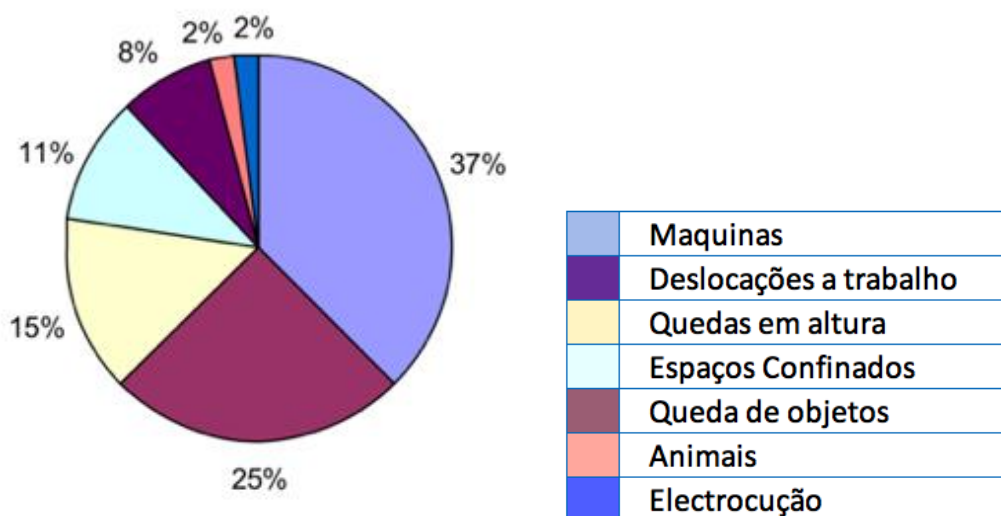


Gráfico 3 – Acidentes mortais em UK 2000-2012 (fonte HSE)

### 1.5.2. Acidentes

Um local recorrente de acidentes fatais e não fatais na indústria é o espaço confinado (McManus, 1999: 9).

Quando John Rekus lançou o livro “Complete Confined Spaces Handbook” apresentou alguns acidentes com que se tinha cruzado, com o intuito de ilustrar o perigo que existe em não se compreender o potencial de dano dos espaços confinados, acima de tudo a pouca sensibilidade para a não monitorização dos espaços e em particular para a identificação dos níveis de oxigénio que possam existir no interior dos espaços confinados. Abaixo são apresentados os exemplos que usou no livro e que tinham ocorrido até ao ano de 1993.

#### **2.5.2.1. Acidentes com carência de oxigénio – até 1993**

##### Acidente 1: Carência de de oxigénio devido à ferrugem

Um trabalhador recebeu a tarefa de reparar uma válvula de água subterrânea, de modo que uma chave de controlo pudesse ser inserida a partir do nível da rua. Mais tarde, uma testemunha relatou ter visto o trabalhador levantar a tampa da caixa e descer a escada que tinha aproximadamente 3,5m de profundidade. Depois de entrar o trabalhador imediatamente saiu, parou e desceu novamente, quando reentrou caiu no fundo da caixa. Embora os serviços de resgate tenham chegado em poucos minutos, o trabalhador foi declarado morto pouco depois da chegada ao hospital. Investigações subsequentes revelaram que o espaço era seco, livre de detritos e bem iluminado por luz natural. No entanto, fortes acumulações de ferrugem foram observadas nos degraus da escada (verga de ferro) assim como também existia muita ferrugem na válvula de ferro fundido de 24 polegadas. Após a implementação das medidas de segurança, 2 horas após o incidente, o detetor de gases ainda mostrava um nível de oxigénio entre 16 e 17%. É razoável acreditar que quando o trabalhador entrou seria menor, já que o ar ambiente se teria difundido no compartimento durante as duas horas seguintes. Embora a concentração real de oxigénio não tenha sido conhecida, é expectável que tenha sido de 6 a 10%, explicando a súbita perda de consciência do trabalhador.



### Acidente 2: Carência do do nível de oxigénio devido à corrosão

Dois trabalhadores de manutenção de torres de refrigeração químicas receberam a tarefa de reparar uma linha de vapor num aeroventilador de salmoura que continha cloreto de magnésio ( $MgCl_2$ ). Era um trabalho de rotina, que foi realizado sem incidentes durante 35 anos. Durante a preparação para a entrada dos trabalhadores o aeroventilador era lavado, drenado e ventilado. Foi fechado até o dia em que foi programada a intervenção. Naquela época, apenas o respiro de topo foi removido, embora os procedimentos de entrada da empresa tivessem especificado que o poço de inspeção inferior também fosse aberto para ajudar a arrefecer e a ventilar espaço interior. O primeiro trabalhador assim que entrou dentro do espaço confinado, desmaiou e o segundo trabalhador entrou na tentativa de resgatar o primeiro e também perdeu a consciência. Deste acidente resultou a morte do trabalhador que entrou em segundo lugar. Medições feitas cerca de uma hora e meia após o incidente mostraram níveis de oxigénio de 12% por volume. Uma vez que a inspeção ao sistema de tubagem e a análise das amostras de gás que foram recolhidas descartaram a possibilidade da existência de inerização, os investigadores defenderam a teoria de que a deficiência de oxigénio pode ter sido produzida pela rápida corrosão do aço. Testaram essa teoria colocando pedaços dos tubos de vapor num vaso de vidro que simulava o aeroventilador. A análise do ar, dois dias depois, mostrou que o nível de oxigénio caiu para 15%. Testes subsequentes em escala real mostraram que os níveis de oxigénio caíram para 10% após apenas 8 horas e para menos de 2% após 16 horas.

### Acidente 3: Carência de oxigénio devido à fermentação de matéria orgânica

Um trabalhador entrou num dreno com 6 m de profundidade para remover resíduos (folhas e outros) que estavam a obstruir o fluxo de água resultante da lavagem de alta pressão. Pouco tempo depois, um segundo trabalhador apercebeu-se que o trabalhador que tinha entrado há poucos minutos estava inconsciente no fundo da caixa, e entrou na tentativa de ajudar e foi também vencido pela atmosfera que existia no interior da caixa. Um terceiro trabalhador apercebendo-se que algo não estava bem, entrou mas ainda a tempo apercebeu-se que iria cometer o mesmo erro e parou, mas já era tarde! Segundo um dos relatos das pessoas que foram inquiridas, comentaram que foi visto a tentar chegar ao topo da caixa. Os bombeiros chegou recuperaram os três corpos. O comandante dos bombeiros que se envolveu na recuperação dos corpos também foi quase apanhado pela atmosfera que existia no interior da caixa, porque removeu a máscara facial do aparelho de respiração

para melhor comunicar com os bombeiros que estavam no exterior do espaço confinado. Testes atmosféricos realizados cerca de uma hora após o acidente mostraram que no interior estavam 2% de oxigénio e 120.000ppm de dióxido de carbono. Os investigadores atribuíram esses resultados à fermentação das folhas que se acumularam no espaço.

#### Acidente 4: Carência de oxigénio devido à fermentação de melaço

Um trabalhador de uma fábrica de ração decidiu reparar um motor defeituoso num poço de melaço subterrâneo. O poço tinha 2,5m de profundidade e continha no fundo 0,5m de melaço. O trabalhador entrou pela única passagem (escotilha quadrada) e imediatamente pediu ajuda. O gerente e outro trabalhador entraram em resposta ao grito do trabalhador. Os três foram fatalmente apanhados. Medições feitas 10 dias depois mostraram que a atmosfera continha 1% de oxigénio, 3% de dióxido de carbono e 5.000ppm de etanol, que resultava da fermentação do melaço.

#### Acidente 5: Carência de oxigénio substituído por azoto

Durante o revestimento do tanque a equipa de trabalho, de uma empresa subcontratada, era composta de 2 tubistas e um ajudante. Esta equipa foi indigitada para limpar e revestir o interior do tanque. Um trabalhador entrou para tirar algumas medidas e foi rapidamente apanhado. Um segundo trabalhador entrou na tentativa de resgatar o primeiro, mas rapidamente ficou sem flego mas conseguiu fazer uma retirada apressada. O terceiro trabalhador equipou-se com um aparelho de respiração, entrou no espaço e prendeu uma corda ao trabalhador inconsciente, que foi sendo puxada por aqueles que estavam do lado de fora do espaço confinado. O trabalhador resgatado acabou por morrer por asfixia. Medições atmosféricas feitas 3 horas após o incidente mostraram um nível de oxigénio de 9,6%. Os investigadores também determinaram que a empresa tinha purgado o tanque com azoto quatro dias antes do acidente, mas não informou a empresa subcontratada. Ninguém testou a atmosfera do tanque antes da entrada, não havia linhas de vida, arneses de segurança ou aparelhos de proteção respiratória e não havia vigia de espaços confinados, assim como também não existia autorização de trabalho.

### Acidente 6: Carência de oxigénio devido à inertização

Depois de terminar o trabalho de soldadura num tubo com 6 m, que estava ligado a um gerador de vapor e uma bomba, os soldadores purgaram a seção da linha com azoto. No final do trabalho colocaram uma tampa na linha de azoto para evitar a passagem. No dia seguinte 2 montadores de andaimes, que foram indigitados para auxiliar na montagem e desmontagem do andaime, ao descer o primeiro montador por uma escada suspensa acima da extremidade da bomba do cano, tocou inadvertidamente na tampa que tamponava a entrada do azoto, permitindo que o azoto voltasse a entrar no espaço confinado, provocando a perda do estado de consciência. O segundo montador ao entrar olhou para baixo e como não viu o colega que tinha entrado em primeiro lugar, preocupado desceu apressadamente a escada para investigar, encontrando-o inconsciente. O segundo trabalhador estava a sentir-se entorpecido e tonto mas conseguiu subir a escada e pedir ajuda. Começou-se a soprar ar para o interior e o chefe de equipa desceu por uma corda. Depois de efetuado o resgate os trabalhadores foram levados para o hospital. O primeiro montador de andaimes entrou no espaço morreu alguns dias depois. A causa da morte foi determinada como sendo asfixia resultante do deslocamento do ar na área da bomba pelo azoto, que tinha servido para purgar o tubo.

### Acidente 7: Carência de oxigénio devido ao carbono humedecido

Um tanque de filtros de água recém-construído de 5,1 m de altura e 3,65 m de diâmetro foi preenchido até meio com carvão ativado e água. A água foi drenada através de uma saída de fundo e o tanque foi fechado para protegê-lo do clima. Na manhã seguinte, dois trabalhadores entraram no tanque para alisar a cama de carbono e ajustar um mecanismo de sprinkler interior. Quando não apareceram na hora do almoço, os colegas de trabalho foram procurá-los. Os corpos foram encontrados em cima dos filtros de carbono. Os tanques que existiam na área foram todos verificados, alguns deles continham níveis de oxigénio de apenas 2%. Investigadores descobriram que o carvão seco e ativado não teve efeito sobre o nível de oxigénio. No entanto, o carbono húmido, que antes era considerado um material não perigoso, aparentemente absorveu seletivamente o oxigénio do ambiente, criando uma atmosfera perigosa.

### **2.5.2.2. Acidentes com carência de oxigénio – Atualidade**

Os acidentes que acima são apresentados ocorreram antes da publicação do livro de John Rekus, o que pode levar a acreditar que decorridos 28 anos este tipo de acidentes já não acontecem! Infelizmente verifica-se os acidentes continuam a acontecer exatamente pelas mesmas razões.

#### Acidente 1 – Carência de oxigénio devido ao azoto

A 5 de novembro de 2005, na cidade de Delaware (EUA) um trabalhador e um vigia morrem asfixiados. Os dois prestadores de serviço estavam a iniciar a instalação de um tubo junto a uma conduta que estava a ser varrida com azoto. O trabalhador deixou cair um rolo de fita para o interior da conduta e na tentativa de recuperar entrou na conduta e desafaleceu. O colega de trabalho, que também era o chefe de equipa, na tentativa de resgate também foi asfixiado.

#### Acidente 2 – Carência de oxigénio devido ao sulfídrico

A 23 de abril de 2014, em Inglaterra em Stoke-on-Trent, um trabalhador da empresa John Pointon and Sons Limited (reciclagem de resíduos alimentares) entrou num compartimento dentro de um camião de transporte de animais para libertar o lixo que estava no fundo do compartimento. Foi surpreendido por uma atmosfera perigosa (com sulfídrico e deficiência oxigénio) que o levou à inconsciência. No exterior estavam 2 trabalhadores que ao se aperceberem do sucedido entraram no compartimento para auxiliar o colega de trabalho. Os 3 trabalhadores perderam a vida. A empresa foi multada em £ 250.000 com custos de £ 37.362 após se declarar culpada de infringir a Seção 2 (1) da Lei de Saúde e Segurança no Trabalho, etc. 3 (1) (a) dos Regulamentos de Gestão de Saúde e Segurança no Trabalho de 1999 e do Regulamento 5 (1) dos Regulamentos de Espaços Confinados de 1997.

#### Acidente 3 – Carência de oxigénio devido a um gás na proximidade

*Em 5 de novembro de 2011, o empreiteiro Mark Bullock, 50 anos, da Milton, Stoke on Trent, estava a realizar a reparação dentro do forno da John Pointon & Sons Ltd. quando o acidente ocorreu, um gás de um outro equipamento alimentou a área onde ele estava a*

trabalhar. Conseguiu ser resgatado com vida, mas morreu no hospital no dia seguinte. A investigação do Health and Safety Executive (HSE) descobriu que o Sr. Bullock foi autorizado a entrar no forno sem nenhum tipo de precauções. A empresa não tinha avaliado adequadamente os riscos e por isso não tinha implantado nenhum tipo de autorização de trabalho. Em 2004, outro funcionário já tinha morrido no mesmo espaço confinado. No dia 29 de junho de 2015, a John Pointon & Sons Ltd, de Bones Lane, Cheddleton, Leek, foi multada em £ 660.000, depois de se declarar culpada de violar a Seção 3 (1) da Health and Safety at Trabalho etc Act 1974.

#### Acidente 4 – Carência de oxigénio devido a um gases tóxicos

A 14 de julho de 2015, a Agência de Controle Marítimo da Malásia informou que recebeu uma chamada de socorro do MV Hi Ram, localizado a cerca de 4 milhas náuticas de Tanjung (navio que navegava pela costa da Malásia). Uma vez no local, encontraram os corpos de cinco tripulantes dispostos no convés do navio, todos vietnamitas. Segundo a Agência de Controle Marítimo da Malásia informou que as vítimas inalaram gases tóxicos enquanto trabalhavam no espaço confinado do navio. Não especificou que tipo de carga o MV Hi Ram estava a transportar.

#### Acidente 5 – Carência de oxigénio devido ao monóxido de carbono

Em 29 de Abril de 2015, uma pessoa morreu e outras três ficaram doentes depois de perder a consciência a bordo de um cargueiro que atracar no porto de Hanstholm, na Dinamarca. As quatro pessoas (tripulantes do navio) foram encontradas inconscientes numa área confinada do navio MV Corina, que tinha atracado em Gdansk (Polónia) com uma carga de pellets de madeira. As autoridades suspeitam que as vítimas inalaram gases venenosos, possivelmente monóxido de carbono, da carga de pellets de madeira. Não está claro nos relatórios se os tripulantes estavam no próprio compartimento de carga ou em um espaço confinado do navio adjacente ao porão de carga. As cargas de pellets de madeira são conhecidas por produzir monóxido de carbono e dióxido de carbono, o que leva a uma redução do nível de oxigénio em espaços fechados. Os pellets de madeira estão listados no Código Internacional de Cargas Sólidas Marítimas (Código IMSBC) como uma carga perigosa do “Grupo B”. O incidente segue-se a um acidente semelhante no início deste mês

no porto de Antuérpia, onde três estivadores morreram depois de entrarem num compartimento de carga de um navio que anteriormente transportava uma carga de carvão.

#### Acidente 6 - Carência de oxigénio devido ao dióxido de carbono

A 12 de novembro de 2015, Stephen Reyna de 53 anos, que trabalhava nas instalações da Atlantic Coffee em Houston há 20 anos, estava numa seção da fábrica onde o café era descafeinado, quando uma válvula defeituosa começou a libertar dióxido de carbono. Outros trabalhadores encontraram Reyna inconsciente e deram o alarme. A equipa de resgate ainda conseguiu retirá-lo do local com vida e transportaram-no para o Hospital Memorial Hermann, em Houston, mas acabou por morrer uma hora depois. A Administração de Segurança e Saúde Ocupacional (OSHA) inspecionou a instalação Atlantic Coffee Solutions, onde o acidente ocorreu, e acusou a empresa por nove graves violações de segurança.

#### **1.5.3. Conclusão do subcapítulo sobre estatísticas**

As estatística e os relatos de acidentes em espaços confinados permite consolidar a posição de que, os trabalhos que se realizem no interior de espaços confinados deve ser alvo de uma avaliação cuidada e que deve ser realizada por técnicos especializados que possuam as ferramentas necessárias para uma boa identificação dos perigos e uma correta avaliação dos riscos.

É para isso fundamental que seja criada legislação específica para a realização de trabalhos em espaços confinados, para orientar e definir regras de atuação que possam minimizar a probabilidade dos acidentes em espaços confinados continuarem a vitimizar trabalhadores na realização de tarefas normais e simples.

## 2.6. Espaço Confinado

Segundo MacCarron (2006) não existe uma definição universal de espaço confinado, no entanto apesar de existirem muitas definições, quando comparadas encontram-se muitas semelhanças (Peake, 2006).

A definição de espaço confinado resulta em muito da experiência que foi registada ao longo de um intervalo de tempo e por área de atividade. Segundo John Rekus, a definição do espaço confinado é influenciada por fatores, tais como a variabilidade do espaço confinado, que variam muito, quer pelas suas características físicas, quer pelas razões pelas quais existem. Uma vez que o tipo e a magnitude dos perigos impostos variam de espaço para espaço, é essencial que as diferenças individuais sejam cuidadosamente avaliadas para assegurar que o perigo é identificado de forma inequívoca para assegurar os meios de controlo adequados.

As variações no tamanho, porque alguns espaços confinados como poços de válvulas, linhas de esgoto e poços de inspeção, são pouco maiores que os seus ocupantes. Embora possam ser grandes o suficiente para que uma ou duas pessoas possam trabalhar, normalmente há muito pouco espaço para se movimentarem. A limitação pode apresentar apenas um pequeno desconforto durante as atividades normais, mas pode-se revelar catastrófica numa situação real de emergência. Outros espaços, como por exemplo o porão de um navio, podem ter dezenas de metros de largura e grandes alturas, podem conter perigos que não existam em espaços menores, como por exemplo terem andaimes instalados no interior dos espaços confinados que induz ao risco de queda em altura. Outros perigos podem ser introduzidos quando diferentes pessoas trabalham dentro do mesmo espaço, por exemplo na exposição a névoas e vapores gerados por pintores que trabalham no mesmo espaço confinado.

As variações na forma, tais como torres de água, reatores químicos e tanques de armazenamento de petróleo são frequentemente construídos em formas geométricas regulares como caixas, esferas e cilindros. Estes espaços são geralmente abertos e livres de barreiras e obstruções internas. Por outro lado, camiões tanque de produtos químicos, fornos de processo, caldeiras industriais e navios têm um formato irregular e são normalmente divididos em seções menores por paredes, tubos, anteparas e placas defletoras. A tarefa de avaliar esses espaços complicados para perigos atmosféricos é muito mais difícil, pois gases e vapores tóxicos podem ficar presos em bolsas de difícil acesso, mas por onde poderão passar os trabalhadores.



As variações na função são encontradas em operações industriais tão diferentes que torna praticamente impossível identificar todos os espaços confinados.

Os tanques de superfície aberta, como os usados para a galvanoplastia, limpeza cáustica ou decapagem ácida, são frequentemente negligenciados como espaços confinados sob a noção equivocada de que eles não apresentam riscos, uma vez que estão abertos para a atmosfera. Este pressuposto resultou na morte de 2 arboristas (trabalhadores de árvores), enquanto nas mediações se limpava um tanque de galvanoplastia. O ácido usado para limpar um tanque reagiu com resinas de cianeto secas nas paredes para produzir cianeto de hidrogénio (HCN).

Os riscos dos espaços confinados podem ser divididos riscos atmosféricos e riscos físicos. Os riscos atmosféricos incluem deficiência ou enriquecimento de oxigénio, gases e vapores explosivos e contaminantes tóxicos no ar. Os perigos físicos, por outro lado, incluem coisas como equipamentos mecânicos em movimento, condutores elétricos energizados, radiação ionizante e não ionizante, calor, frio, fluidos em fluxo, sólidos finamente divididos como grãos ou pó de serra que podem engolir e reter uma vítima. Mesmo a gravidade pode ser um perigo se ferramentas e equipamentos caírem através de uma abertura elevada nas cabeças dos trabalhadores que se encontram numa cota abaixo.

A extensão dos perigos, em que alguns espaços, como câmaras subterrâneas de equipamentos elétricos ou eletrônicos, telecomunicações, ou reatores químicos podem ser associados a uma série de riscos. Entre estes dois extremos existem uma infinidade de espaços como por exemplo tanques, poços, contentores, etc., cada um apresentando os seus próprios perigos e riscos.

Um simples buraco na rua, com uma aparência inocente, pode conter concentrações explosivas de gás metano (aproximadamente 70% do gás natural), formado pela fermentação de detritos orgânicos, como animais em decomposição ou folhas. Os poços ou caixas de rua também podem conter gases e vapores tóxicos ou combustíveis que migram inadvertidamente para o espaço confinado, por meio de vasos comunicantes, tubagens em mau estado, derrames de tanques de armazenamento subterrâneo ou derramamento resultante de acidentes de transporte com matérias perigosas.

A água da chuva e os esgotos sanitários apresentam riscos especiais, uma vez que se pode despejar qualquer coisa dentro deles, e a qualquer momento. Como resultado, eles podem conter as dezenas de milhares de produtos químicos do comércio e, ou da indústria. Pode-

se argumentar que o potencial para a contaminação é maior em ambientes industriais, simplesmente porque estão presentes em maiores quantidades de produtos químicos, mas o perigo representado por bairros residenciais não deve ser desvalorizado. Muitos produtos domésticos, tais como água sanitária, amônia e diluente são produtos químicos perigosos. Se forem despejados esses produtos pelo ralo podem originar um sério risco para alguém.

Os perigos no resgate, que além de todos os perigos impostos aos que trabalham em espaços confinados, o pessoal do resgate deve lidar com o stresse físico e psicológico. Numa situação real os resgatadores correm contra o tempo para salvar a vida de vítimas incapacitadas. Quando o pessoal de emergência entra em espaços para resgatar trabalhadores, entram em ambientes que representam um perigo claro e presente! Mesmo sob as melhores circunstâncias, a tarefa de remover vítimas inconscientes pode ser muito cansativa. Em muitas situações, os resgatadores necessitam de utilizar aparelhos de respiração autónomo o que condiciona e dificulta a mobilidade. O tamanho e a forma dos acessos ao espaço confinado dificultam a manobra de entrada ou saída dos espaços.

A definição legal ganha consistência em 23 de Setembro de 1993 através de um documento OSHA, onde se lê que um espaço confinados é o grande o suficiente para que um trabalhador possa entrar e executar o trabalho, tem meios limitados ou restritos de entrada ou saída (por exemplo, tanques, embarcações, silos, caixas de armazenamento, funil, abóbadas e poços são espaços que podem ter meios limitados de entrada) e não foi projetado para a ocupação contínua de trabalhadores.

Para classificar as áreas, a OSHA introduziu um novo conceito (Wilson, Madison & Healy, 2012), onde considera que um espaço confinado contém ou tem potencial para conter uma atmosfera perigosa, contém um material que tem potencial para engolfar um trabalhador, tem uma configuração interna que pode prender ou asfixiar um trabalhador, em que as paredes internas convergentes ou por piso inclinado e seção transversal se podem tornar gradualmente menor, que contém qualquer outro risco grave reconhecido de segurança ou saúde.

Segundo a informação da OSHA todos os anos morrem aproximadamente 90 pessoas dentro de espaços confinados. Na indústria em geral, em trabalhos de manutenção, atividades de limpeza e inspeção, são responsáveis por aproximadamente 1/4 das mortes relacionadas com o espaço confinado.

Durante um estudo feito em 2006 por uma empresa da Califórnia, verificou-se que cerca de 1/5 dos acidentes dentro de espaços confinados resultou em mais de uma morte. Os trabalhadores nomeados para trabalhar em espaços confinados não são as únicas pessoas em risco. Um outro estudo do NIOSH sugere que mais de metade dessas mortes era dos vigias ou de pessoas que, em caso de acidente, faziam o 1º socorro.

Uma das maiores preocupações da atividade laboral que é defendida por orientações da OIT, pelos sistemas legislativos internacionais (por exemplo, OSHA), por recomendações normativas (por exemplo, EN), por associações de especialidade (por exemplo, a ACGIH), baseiam-se sempre na expectativa do trabalhador ter as garantias necessárias para que seja possível executar uma qualquer tarefa em condições de higiene e segurança e assim fazer cumprir um dos seus direitos fundamentais, como o direito à vida.

A segurança no trabalho assume na atualidade um papel de destaque, pois aborda a preservação da vida e da saúde dos trabalhadores. Os investimentos feitos na segurança laboral há muito que deixaram de ser considerados como um custo! Se o argumento da preservação da vida humana não fosse só por si suficiente, os empresários começam a ser “obrigados” a respeitar as exigências legais, as imposições feitas pelas companhias de seguros, ou mais que não seja, garantir o cuidado da imagem da empresa, porque qualquer gestor sabe que um eventual acidente mortal pode comprometer o esforço feito durante anos.

O carácter obrigatório imposto pela legislação fez com que o tema da segurança deixasse de ser considerado uma opção, para se tornar numa obrigação para as partes envolvidas (empresas e trabalhadores). É também por este argumento que importa dar ênfase à necessidade de se criar legislação portuguesa específica para os espaços confinados.

Pese embora o facto de na atualidade usufruirmos dos progressos da humanidade em relação aos aspetos tecnológicos, como também nos métodos de trabalho, continua a ser imprescindível que os trabalhadores realizem tarefas dentro de espaços confinados, submetendo-se aos perigos inerentes a estes ambientes.

É um facto que os últimos anos se perderam muitas vidas, por não se terem tratado os espaços confinados com os cuidados que são requeridos, mas mais grave é pensarmos que nos anos vindouros não vamos alterar a nossa forma de ver e lidar com a problemática dos espaços confinados.

Depois de analisadas muitas definições, entendo que espaço confinado se aplica a qualquer espaço parcial ou totalmente restringido, acima ou abaixo do chão, onde exista o risco de ocorrer uma deficiência ou enriquecimento da atmosfera em oxigénio, ou onde seja possível a acumulação de poeiras, gases inflamáveis ou tóxicos. Por entrada deverá entender-se não somente quando todo o corpo é introduzido no espaço confinado, mas tão logo a cabeça do trabalhador seja introduzida no seu interior.

Todos os espaços confinados deverão ser considerados como espaços inseguros, e como tal assim tratados até prova em contrário. A entrada num espaço confinado, independentemente das razões que a determinam, só deverá ser autorizada e realizada depois de estarem esgotadas todas as possibilidades práticas para se executarem os trabalhos, que determinam aquela necessidade, através de processos menos perigosos.

Para além dos riscos físicos, os espaços confinados poderão conter ou produzir gases e vapores tóxicos ou inflamáveis, emergentes de produtos que tenham estado ou estão presentes no local. Estes locais poderão ser também deficientes em oxigénio, o qual, se não existir na atmosfera nas proporções corretas, não permitirá o suporte da vida humana. Estas deficiências poderão emergir de fenómenos nem sempre aparentes, tais como a corrosão, a decomposição de matérias ou devido à diluição provocada por gases inertes.

Só existe uma forma de se garantir que o local é seguro para se poder entrar no seu interior, e consiste na medição do que lá existe no momento em que se pretende entrar, e na medição em contínuo, durante o período de ocupação. Após conhecermos e entendermos a definição, é igualmente importante que os envolvidos em trabalhos que se realizam dentro de espaços confinados, saibam lidar com os “Gases”. É fundamental que se saiba onde se podem encontrar, quais são e o que podem provocar?

Na relação direta com as atividades em espaços confinados, existe um conjunto de regras que assumem um carácter essencial, sendo crucial que a empresa reconheça que possui espaços confinados, que defina quem lá possa ir e que tenha um programa/procedimento para a entrada em espaços confinados.

Para projetar ou planear um trabalho num espaço confinado é necessário identificar os espaços confinados existentes e proceder à avaliação de riscos, garantir a capacidade e conhecimento permanente dos trabalhadores sobre os riscos, as medidas de controlo de emergência e resgate em espaços confinados, garantir que o acesso a espaços confinados acontece apenas após a emissão da autorização de trabalho”, e interromper os trabalhos

nas situações de suspeição de condição de risco grave e eminente, procedendo à imediata evacuação do local.

Os preparativos para trabalhos em espaços confinados estão relacionados com o planeamento e preparação dos trabalhos a realizar. Como tal, previamente à execução de qualquer trabalho num espaço confinado, deve ser planeado na forma e no tempo, isto é, deve ser analisado o tipo de trabalho a realizar, o local, o tempo de execução e as condições ambientais envolventes, em termos gerais.

Com este prévio conhecimento, é possível relacionar a atuação do trabalhador com os riscos envolvidos. Este ponto é extremamente importante, já que tem uma relação direta com a organização do trabalho.

O planeamento permite-nos ter um conjunto de elementos previamente estabelecidos, definidos e implementados, bem como manter uma matriz de identificação de perigos e avaliação de riscos definida, documentada e implementada. Desta forma, toda a fase de preparativos torna-se sistemática, flexível e eficaz.

Pode-se resumir os objetivos do programa de entrada em espaços confinados pela necessidade de implementar medidas que impeçam o acesso a qualquer pessoa, estimule o treino periódico dos trabalhadores, mantenha escrito os deveres dos envolvidos (descrição de funções), funcione como guia para se implementar serviços de emergência e resgate e defina as regras de avaliação médica dos executantes (exemplo: despiste do álcool e das drogas, testes de tensão arterial).

Antes de o trabalhador entrar, a atmosfera deve ser analisada e interpretada por um trabalhador treinado e autorizado, com instrumento de leitura direta, que assegure a leitura do teor oxigénio, dos gases e vapores inflamáveis e dos contaminantes do ar potencialmente tóxicos.

Após a verificação de condições para se iniciarem os trabalhos dentro do espaço confinado, a monitorização do ambiente interior deve continuar obrigatoriamente até à interrupção e término dos mesmos. Para a execução de qualquer trabalho dentro de um espaço confinado, existe um conjunto de equipamentos que deve estar disponível. A identificação dos equipamentos de proteção a utilizar depende das fases anteriores. É sabido que qualquer empresa tem por base um conjunto de equipamentos que habitualmente é constituído por fato de trabalho, botas, luvas, capacete e óculos para a realização das

tarefas normais, no entanto, as necessidades para a realização de atividades em espaços confinados deverão ser prescritas e definidas de acordo com a identificação de perigos e avaliação de riscos.

A formação específica para trabalhos em espaços confinados permitirá a eleição dos equipamentos adequados, tais como equipamentos de medição de gases, equipamentos de iluminação, comunicação, resgate, ventilação mecânica, entre muitos outros.

A deteção de gases assume especial destaque, porque há muito que se percebeu que os “químio-sensores” do nosso organismo (olfato) a audição, a visão, ou mesmo a experiência do trabalhador, são falíveis para serem considerados como elementos de proteção. Em todas as entradas em espaços confinados, deve ser efetuada a medição.

A medição de gases deve ser feita a diferentes níveis (topo, meio e base do espaço para onde pretendemos entrar), esta necessidade resulta de uma das características dos gases que é a densidade relativa. A densidade representa um papel determinante na segurança, dado que uma densidade elevada dificulta a dispersão dos gases e vapores aumentando os riscos de explosão ou de toxicidade. A medição de gases dentro de um espaço confinado deverá garantir em primeiro lugar a medição do nível de oxigénio, é importante para a manutenção da vida humana, mas também para que os sensores catalíticos consigam operar (atmosfera com o nível de oxigénio abaixo dos 14% os sensores catalíticos já não funcionam corretamente). A monitorização da explosividade é fundamental porque a consequência é devastadora e acontece numa fração de segundo, por último, mas não menos importante a toxicidade, pelos danos que pode provocar no imediato, mas essencialmente no médio ou longo prazo.

Cada vez mais se torna imperativo um olhar sério e responsável sobre as consequências da toxicidade, em paralelo com as medidas de primeiros socorros que deverão ser prestados em caso de acidente. Para se conseguir implementar processos seguros é fundamental definir responsabilidades. É importante compreender quem se relaciona direta e indiretamente com o tema espaços confinados, para se informar e formar dos perigos e riscos associados.

### 1.6.1. Sistema respiratório

Para melhor compreender o quanto somos frágeis dentro de atmosferas contaminadas é importante compreender como funciona o sistema respiratório, o qual consiste numa única via aérea que se ramifica em passagens cada vez menores, semelhantes às raízes de uma árvore. No final, há pequenos aglomerados, que se designam por alvéolos. Os alvéolos são separados dos capilares que transportam sangue por paredes celulares que são permeáveis aos gases, como o oxigénio e dióxido de carbono. A força motriz para as trocas gasosas através desta barreira é uma diferença de pressão que existe em lados opostos das paredes das células. A pressão maior de oxigénio num dos lados das paredes permite que o oxigénio circule dos pulmões para o sangue, enquanto uma pressão maior de dióxido de carbono no outro lado das paredes permite que circule do sangue para os pulmões.

Usando a informação que John Rekus colocou no seu livro, o ar atmosférico normal ao nível do mar tem uma pressão de 760 milímetros de mercúrio (mmHg), como o ar contém aproximadamente 21% de oxigénio, é também este valor percentual que é a contribuição do oxigénio para a pressão total. Por outras palavras, se a pressão parcial é de 21% de 760 mmHg, significa que temos um valor de 159 mmHg. Mas, quando o ar fresco entra no trato respiratório superior, é humedecido e o vapor de água reduz a pressão parcial de oxigénio para cerca de 150 mmHg.

Uma vez nos espaços alveolares, a pressão parcial do oxigénio é ainda mais reduzida, por força do dióxido de carbono que passou da corrente sanguínea para os pulmões. Como a pressão do dióxido de carbono nos alvéolos é de cerca de 40 mmHg, a pressão parcial do oxigénio cai de 150 para 110 mmHg.

Uma vez que o oxigénio penetra no sangue, liga-se às moléculas de hemoglobina que o transportam para as células. Passa a existir uma pressão parcial alveolar de 110 mmHg, e as moléculas de hemoglobina são saturadas. Significa que as células estão a carregar o máximo de oxigénio que conseguem. No entanto, o nível de saturação é afetado pela pressão parcial alveolar, o que representa uma perda na pressão parcial de oxigénio, que produz uma queda correspondente na saturação da hemoglobina. Os médicos geralmente concordam que os efeitos da deficiência de oxigénio se começa a manifestar com pressões parciais de cerca de 60 mmHg.

No decurso normal da respiração o ar entra no nosso corpo através do nariz ou boca, passa através da garganta e corre pela traqueia em direção aos pulmões, nos quais dois canais



de divisão o conduz às áreas onde a troca de gases vai ocorrer. O nariz contém um sem fim de pelos, cuja função é proceder à filtragem do ar, retendo partículas grandes. A parte anterior do nariz, a traqueia e outras vias largas nos pulmões, dispõem de um revestimento especial (membrana mucosa) que está em constante movimento para transportar as mucosidades e qualquer substância aderente para a garganta.

Após o processo de divisão, as passagens de ar nos pulmões terminam em estruturas alveolares (pequenos sacos) que são envolvidas por pequenos vasos sanguíneos. As paredes alveolares, com a espessura de apenas uma célula, dispõem de fibras elásticas, e é através destas delicadas membranas que se faz a transferência gasosa de e para o sangue. Um par de pulmões contém em média 750 milhões de alvéolos, com uma área respiratória de aproximadamente 55m<sup>2</sup>.

Preenchendo o espaço vazio que existe entre os alvéolos, encontra-se o líquido linfático que dispõe de células especializadas, cuja função é proceder à destruição de certas substâncias estranhas e indesejáveis que penetrem nos pulmões, especialmente bactérias.

#### **2.6.1.1. Ciclo Respiratório**

Para desempenho das funções vitais o corpo tem que inspirar ar para os pulmões, retê-lo pelo período de tempo necessário para que o oxigénio requerido pelo organismo seja absorvido, para depois de se dar a transferência do dióxido de carbono gerado no corpo, e expirá-lo. Este processo é chamado de ventilação, vulgo respiração, e consiste em duas ações espontâneas, designadas por inalação (inspiração) e exalação (expulsão do ar).

A inalação exige esforço muscular, pois é necessário fazer elevar as costelas e baixar o diafragma por de forma a aumentar a cavidade do peito e assim criar um vácuo parcial, para permitir a entrada do ar.

A exalação normalmente não obriga a qualquer esforço porque, quando o ar é libertado, as costelas baixam e o diafragma sobe automaticamente, o que faz contrair a cavidade do peito e provoca a saída do ar. O transporte e distribuição do oxigénio inalado pelos pulmões para o resto do corpo, são feitos pelo sangue que no seu percurso pelo corpo passa através dos pulmões, onde absorve uma determinada quantidade de oxigénio. Viaja combinado com o sangue através das artérias principais e é transferido para as artérias menores.

Por fim, e através de uma vasta rede de vasos sanguíneos designados por capilares, é distribuído por todo o corpo. O dióxido de carbono que o corpo gera como um produto

residual é transferido para o sangue, cuja cor muda de vermelho vivo (sangue arterial) para vermelho escuro (sangue venoso), que é devolvido ao coração através das veias, passando pelos pulmões, onde o dióxido de carbono é entregue e expirado para dar espaço a uma nova reserva de oxigénio. Significa que aproximadamente 4% oxigénio é absorvido e uma igual quantidade de dióxido de carbono é libertado.

Consegue-se comprovar esta teoria exalando ar oriundo dos pulmões para um detetor de gases, que tenha uma célula eletroquímica para oxigénio. Ao reduzir o volume de ar em redor do detetor e soprando para o interior o detetor irá entrar em alarme, e no visor irá ser visível que a concentração de oxigénio se situa no valor aproximado de 17%.

Os pulmões têm cerca de 5 lt de ar, no entanto somente meio litro é renovado a cada inspiração. Como a frequência respiratória é de aproximadamente 15 movimentos por minuto, respiramos 450 litros de ar por hora, 10.800 litros por dia ou 3,9 milhões de litros por ano. Processo que por vontade própria não conseguimos interromper (deixar de respirar). Somos naturalmente “máquinas” produtoras de gases, sendo o mais expressivo o dióxido de carbono, que caso estejamos num local confinado injetamos involuntariamente este gás no volume de ar onde estamos inseridos.

Caso o volume seja reduzido e não exista ventilação adequada, pode-se vir a comprometer segurança dos que estejam no espaço confinado. É exemplo desta condição, um elevador que fica bloqueado e que está lotado, uma viagem longa de carro sem interrupção e sem ventilação do ar interior da viatura, trabalho dentro de uma conduta de dimensões reduzidas, ficar preso no compartimento de um submarino, ou numa gruta na Tailândia como aconteceu a um grupo de rapazes em Julho de 2018.

Em relação ao acidente do submarino Kursk, corria o ano de 2000 quando às 7h30m do dia 12 de agosto duas explosões foram registadas no mar de Barents, a norte da Noruega e da Rússia, pelo instituto de sismologia norueguês. A primeira explosão, que criou um abalo de 1.5 na escala de Richter foi tão grande que destruiu quatro dos nove compartimentos do submarino e matou 95 dos tripulantes. A segunda explosão de 4.2 na escala de Richter causou ainda mais destruição e moveu o submarino para 400 metros do local onde estava inicialmente. Estas explosões fizeram com que o inafundável submarino russo Kursk se afundasse.

O submarino tinha 118 tripulantes quando naufragou, mas bilhetes encontrados nos corpos resgatados provaram que pelo menos 23 pessoas sobreviveram às explosões e ficaram

fechados num compartimento. Uma das cartas que foi encontrada faz um relato do desastre e revela que os sobreviventes da primeira explosão procuraram refúgio num compartimento do submarino que não tinha sido afetado *“Está escuro aqui para escrever, mas vou tentar pelo tato. Parece que não há possibilidades, 10-20%. Vamos torcer para que pelo menos alguém leia isto. Cumprimentos a todos. Não há necessidade de ficarem desesperados.”*

Este bilhete foi encontrado no bolso de Dmitri Kolesnikov, o capitão-tenente de 27 anos que fazia parte da equipa de 118 pessoas a bordo do submarino russo Kursk. O bilhete foi escrito às 13h15 do dia 12 de agosto de 2000. No bilhete o capitão-tenente informa que as pessoas das secções seis, sete e oito se tinham movido para a secção nove do submarino. Escreveu ainda *“Há 23 pessoas aqui. Tomámos essa decisão porque nenhum de nós pode escapar. Estou a escrever isto às escuras”*. A carta de Dmitri Kolesnikov, apesar de dirigida à família, é a única prova existente de que houve 23 sobreviventes às duas explosões que destruíram grande parte do submarino. Os 23 sobreviventes morreram num período de 6 e 32 horas após o acidente, por falta de oxigénio.

O acidente na Tailândia, que foi noticiado por todos os meios de comunicação social, 13 rapazes com idades compreendidas entre 11 e 25 anos, que faziam parte de uma equipa de futebol amador ficaram presos dentro da gruta de Tham Luang Nang Non, situada na província de Chiang Rai, perto da fronteira com a Birmânia e do Laos. (norte da Tailândia).

O governador de Chiang Rai, Narongsak Osattanakorn, mobilizou uma equipa de aproximadamente mil profissionais, entre médicos, militares, mergulhadores, especialistas em grutas (espeleólogos) e engenheiros de vários países, como EUA, Japão, Reino Unido, China e Austrália, para além dos muitos voluntários tailandeses. Os rapazes foram encontrados no dia 2 de julho, nove dias depois o desaparecimento por dois mergulhadores britânicos que conseguiram chegar à câmara em que estavam refugiados. Para chegar até eles nadaram durante seis horas, num percurso que exigia domínio de técnicas especiais de mergulho.

No momento em que ficaram presos, a redução do nível de oxigénio não seria a maior preocupação, e mesmo quando foram encontrados, todos os envolvidos queriam era encontrar uma forma segura de os retirar do interior, chegando a ser comentado na comunicação social que o resgate poder-se-ia conseguir realizar só depois das monções (outubro). Mas à medida que os dias foram passando também o nível de oxigénio na gruta foi diminuindo. Dos 20,9% de oxigénio que seria normal ter naquela atmosfera, o nível de oxigénio foi reduzido para valores assustadores de 15%, o que levou à necessidade urgente

de fornecimento de garrafas de comprimido, que foram levadas por mergulhadores, para renovar o ar que estava a ficar saturado e pobre em oxigénio.

Enquanto decorria os procedimentos e as reuniões para decisão da forma como seria a melhor forma de resgatar os 13 rapazes, um mergulhador da Marinha tailandesa (Saman Gunan) morreu. Tinha ido levar uma reserva de ar comprimido para o interior da gruta, mas na viagem de regresso faltou-lhe o ar que necessitava para a manutenção da sua própria vida, o que o levou à perda de consciência e consequentemente à morte.

Pode-se concluir que, em ambas as situações, se não estivessem num espaço confinado e caso fosse possível controlar a respiração, por forma a não envenenarem o espaço em que se encontravam, a probabilidade de sobreviverem teriam aumentado substancialmente.

#### **2.6.1.2. *Variação da Respiração em Função do Esforço***

A quantidade de oxigénio requerida pelo corpo varia em função da quantidade de trabalho produzido. Para se verificar o consumido de um trabalhador bastará avaliar a pressão inicial com que deu início ao trabalho, voltar a registar o valor do manómetro quando retirar o aparelho respiratório, o diferencial de pressão multiplica-se pela capacidade do cilindro e divide-se pelo tempo em que o trabalhador este a consumir ar da garrafa de ar comprimido, obtendo assim o consumo real daquele trabalhador.

Quanto maior for o esforço, maior será o ritmo da respiração, logo maior será a produção de dióxido de carbono. Diversos estudos científicos provam que o organismo humano não dispõe de quaisquer sensores para a carência de oxigénio, a necessidade de respirar é controlada pelo nível de acidez do sangue, o qual varia em função da quantidade de ácido carbónico presente.

Admite-se que um homem de complexão robusta, equipado para trabalhos pesados, em ambientes aquecidos, com um determinado grau de nervosismo, possa ter consumir mais de 100 litros/minuto. Esta é a situação típica de um trabalhador industrial no interior de um tanque em trabalhos de reparação, ou de um trabalhador numa eventual situação de emergência.

### **2.6.1.3. Relevância para os Espaços Confinados**

A pressão parcial de oxigénio dentro de um espaço confinado pode ser menor que os 159 mmHg encontrados no ar ambiente. Se assim for, a pressão parcial de oxigénio nos espaços alveolares também será menor.

Os gases inertes como azoto quando entram num espaço confinado roubam espaço ao oxigénio. Quando isso acontece, a quantidade de oxigénio, na pressão parcial diminui. Por exemplo, ao colocar azoto dentro de um espaço confinado, diminui o nível de oxigénio para 19,5%. A pressão parcial de oxigénio é agora de 19,5% de 760 mmHg ou 148 mmHg. Quando subtraímos as contribuições de pressão parcial de vapor de água e dióxido de carbono, a pressão parcial de oxigénio nos espaços alveolares é reduzida para cerca de 100 mmHg.

Como o ponto de saturação da hemoglobina é de 110 mmHg, o sangue não consegue carregar a quantidade ideal de oxigénio. Uma pressão parcial de 100 mmHg ainda é 40 mmHg maior que o ponto de perigo fisiológico, ou seja de 60 mmHg. Embora a margem de segurança possa ser reduzida, a situação não é crítica.

O nível de 19,5% de oxigénio significa que o ar atmosférico foi substituído por um gás, como por exemplo o azoto. Deve ficar claro que não é a percentagem de oxigénio que é importante, mas sim a pressão parcial de oxigénio, e que 19,5% se traduz em uma pressão parcial de 148 mmHg (valor ao nível do mar).

O ar em altitudes elevadas contém a mesma percentagem de oxigénio e azoto que o ar ao nível do mar, no entanto, a pressão barométrica nessas altitudes é menor. A pressão barométrica a 5.000 pés é 632 mmHg, enquanto ao nível do mar é de 760 mmHg. Significa que a pressão parcial de oxigénio a 5.000 pés é de cerca de 133 mmHg, logo é de 129 mmHg no nível do mar (21% de 632 mmHg é 133 mmHg). Se subtrairmos a contribuição para vapor de água e dióxido de carbono, descobriremos que a pressão parcial de oxigénio alveolar é de cerca de 83 mmHg versus 110 mmHg ao nível do mar.

Um nível de oxigénio de 19,5% (nível amplamente divulgado como a linha entre seguro e não seguro) a pressão parcial de oxigénio nos alvéolos cai para cerca de 74 mmHg. Como os efeitos da deficiência de oxigénio geralmente se manifestam em 60 mmHg, é fácil de compreender que a margem de segurança nessas condições diminuiu consideravelmente.

### 1.6.2. Nível Seguro de Oxigénio

Este ponto ganha relevância porque depois de analisar a forma como diversos países olham para este assunto, e ler inúmeros documentos produzidos nos mais diversos quadrantes, verifica-se que este assunto tem sido menosprezado. Quando um procedimento, uma lei ou regulamento se coloca a informação que em relação ao nível de oxigénio bastará garantir um valor igual ou superior a 19,5%, tudo fica comprometido.

Ao procurar com maior profundidade a percentagem de oxigénio que deve ser considerado para se assumir que a atmosfera é segura, encontra-se a Norma Portuguesa NP1796, sobre os valores-limite e índices biológicos de exposição profissional a agentes químicos, que contém informação específica sobre o teor mínimo de oxigénio. Fazendo uma transcrição fiel do documento, verifica-se que alguns gases e vapores, quando presentes em concentrações elevadas no ar atuam principalmente como asfixiantes sem outro efeito fisiológico significativo.

No que concerne ao teor mínimo de oxigénio, a norma considera uma atmosfera deficiente em oxigénio quando esta apresenta uma pressão parcial de oxigénio ( $pO_2$ ) inferior a  $1,8 \times 10^4$  Pa ou 132 torr (NIOSH, 1980). Sendo que 1 Torr = 0,999 999 857 mmHg e 1 mmHg = 1,000 000 142 Torr. O requisito de teor mínimo de oxigénio de 19,5% ao nível do mar (equivalente a  $pO_2$  de  $2,0 \times 10^4$  Pa ou 148 torr, em ar seco) proporciona uma quantidade adequada de oxigénio para a maior parte das atividades de trabalho e inclui uma margem de segurança (NIOSH, 1987; McMannus, 1999). O anexo F da NP1796 apresenta um desenvolvimento deste assunto, dizendo que a sustentação da vida necessita de um adequado fornecimento de oxigénio aos tecidos e que o fornecimento depende teor de oxigénio no ar inspirado, da existência ou não de doença pulmonar, do teor de hemoglobina no sangue, da cinética da ligação do oxigénio à hemoglobina (curva de dissociação da oxi-hemoglobina), da função cardíaca e do fluxo sanguíneo local nos tecidos.

No âmbito da norma são analisados os efeitos da diminuição do teor de oxigénio no ar inspirado. O cérebro e o miocárdio são os tecidos mais sensíveis à deficiência de oxigénio. Os sintomas iniciais de deficiência de oxigénio são o aumento da ventilação, o aumento do ritmo cardíaco e fadiga, assim como outros sintomas que se podem desenvolver, como por exemplo dor de cabeça, diminuição da atenção e do raciocínio, diminuição da coordenação motora, afeção da visão, náusea, perda de consciência, convulsões e morte. Podem não ocorrer sintomas aparentes até à perda de consciência. A instalação e a severidade dos sintomas dependem de muitos fatores, tais como a dimensão da deficiência de oxigénio,



duração da exposição, ritmo de trabalho, ritmo respiratório, temperatura, estado de saúde, idade e aclimação pulmonar. Os sintomas iniciais de aumento do ritmo respiratório e aumento de ritmo cardíaco tornam-se evidentes quando a saturação de oxigénio da hemoglobina é reduzida a um valor inferior a 90%.

A valores de saturação da hemoglobina entre 80% e 90% ocorrem ajustamentos fisiológicos para resistir à hipoxia em adultos saudáveis, mas em indivíduos com saúde comprometida, tais como pacientes com enfisema, a terapia de oxigénio será prescrita para níveis de saturação de oxigénio da hemoglobina inferiores a 90%. Enquanto a pressão parcial de oxigénio nos capilares pulmonares permanecer acima de 8000 Pa (60 torr), a hemoglobina estará saturada acima de 90% e serão mantidos níveis normais de transporte de oxigénio em adultos saudáveis. O nível de  $pO_2$  alveolar de 8000 Pa (60 torr) corresponde a 16000 Pa (120 torr) no ar ambiente, devido ao espaço morto anatómico das vias respiratórias, dióxido de carbono e vapor de água.

Os gases depletos de oxigénio podem apresentar características de inflamabilidade ou podem produzir efeitos fisiológicos, pelo que a respetiva identificação e origem devem ser detalhadamente investigados.

Alguns gases e vapores quando presentes em altas concentrações no ar, atuam principalmente como asfixiantes simples sem outros efeitos fisiológicos significativos. Não pode ser recomendado um valor limite de exposição para cada asfixiante simples porque o fator limitativo é o oxigénio disponível. As atmosferas deficientes em oxigénio não fornecem aviso adequado e a maior parte dos asfixiantes simples são inodoros. Estes factos devem ser considerados ao limitar a concentração do asfixiante, especialmente a altitudes superiores a 1524 m (5000 pés) ou onde a  $pO_2$  da atmosfera possa ser inferior a 16 000 Pa (120 torr).

Da exposição feita até ao momento nesta dissertação, sobre os valores seguros para o nível mínimo de oxigénio, poder-se-á concluir que conseguindo manter o oxigénio acima do valor de 19,5% o risco de existir uma atmosfera potencialmente perigosa devido à carência de oxigénio estará controlada, mas para isso seria necessário que se conseguisse ter total controlo sobre o processo e sobre o espaço em que estamos inseridos.

Quando se entra num espaço confinado, assumir que é normal que o oxigénio se possa encontrar em percentagens inferiores a 20,9% é anular à partida a necessidade de se avaliar com rigor o espaço para onde se pretende entrar e realizar um qualquer trabalho.



Numa concentração de 19,5% de oxigénio o trabalhador não corre risco de vida, se isolarmos e estivermos a analisar objetivamente o oxigénio e os efeitos sobre o corpo humano. Mas deveria ser através desta informação, ou seja da carência de oxigénio, que deveria fazer disparar os alarmes nas pessoas envolvidas.

Se no exterior do espaço confinado existem 20,9% oxigénio, seria expetável que no interior do espaço existisse o mesmo valor. Poderemos nunca vir a saber o que verdadeiramente estará a ocupar o espaço que pertenceria ao oxigénio, mas pode ser dito com segurança que algum gás está a ocupar o espaço que até então pertencia ao oxigénio.

A problemática do enriquecimento dos espaços com oxigénio deve também ser alvo de análise cuidada. Quando for expetável que tal aconteça, o oxigénio irá dar origem a atmosferas potencialmente explosivas. O enriquecimento de atmosferas com oxigénio está associado a contextos de trabalho muito específicos, como por exemplo o interior de uma ambulância, quando numa situação de emergência pré-hospitalar é preciso fornecer oxigénio a um paciente.

Esta matéria pode ser analisada com maior rigor através dos documentos produzidos pela Associação Nacional de Proteção contra Incêndios Americana (NFPA), pela publicação 99B (2005). A publicação “Standard for Hypobaric Facilities (2005; 3.3.3.3)” define o que são atmosferas enriquecidas com oxigénio e o perigo que representam. A equação que define uma atmosfera enriquecida com oxigénio pode ser encontrada em NFPA 99B, no capítulo três, nas definições (subcapítulo 3.3.3.3) e pode ser calculada através da fórmula:  $23,45 / (\text{pressão total em atm})^{0,5} = \text{Valor máximo \% oxigénio}$ .

Muitas fontes sugerem que o ar contém 20,95% de oxigénio, no entanto esse valor é baseado na suposição de que o ar é seco, ou seja ar isento de humidade. Mas o ar na maior parte dos países contém uma certa quantidade de vapor de água, que reconhecemos como humidade. Enquanto o volume exato de água que o ar pode reter varia com a temperatura, uma humidade relativa de 40 a 60% à temperatura ambiente pode reduzir o nível de oxigénio em cerca de 0,1%. Na prática, um valor de 20,8% de oxigénio pode ser o valor mais apropriado que pode ser definido como um valor seguro de oxigénio para trabalhos em espaços confinados.

Como retratado no capítulo 3, por exemplo a Irlanda já inseriu no documento legal para os espaços confinados o valor de 20,8% de oxigénio como valor seguro. De referir que mesmo existindo 20,8% de oxigénio não é o garante só por si que não possam existir outros riscos

(incluindo gases ou vapores perigosos) no espaço confinado com capacidade para vir a comprometer a segurança de quem lá pretende entrar.

### **1.6.3. Atmosfera**

É o nome que se atribuiu à camada gasosa que envolve os planetas. No caso da atmosfera terrestre, ela é composta por um conjunto de gases, que ficam retidos devido à força da gravidade e ao campo magnético que envolve a Terra. A atmosfera terrestre é constituída por 78% de azoto e 20,9% de oxigénio e por 1% de outros gases, como são o dióxido de carbono, metano, azoto, monóxido de carbono, dióxido de enxofre, óxido e dióxido de azoto, os clorofluorcarbonos, ozono, entre outros.

A composição referida para o ar fresco poderá variar dentro de cidades onde exista um elevado nível de poluição, por exemplo, Lisboa, Porto, Coimbra, Faro, Portimão, etc. Medições feitas recentemente na baixa de Lisboa revelaram que no picos de maior afluência de trânsito verificaram-se níveis de oxigénio inferior a 20,6% por volume, essencialmente devido à elevada concentração de monóxido de carbono.

O oxigénio é consumido pelos seres vivos através do processo de respiração e transformado em dióxido de carbono e vapor de água, que serão depois reabsorvidos pelos organismos.

O dióxido de carbono será consumido no processo de fotossíntese, e o vapor de água, responsável por redistribuir a energia na terra através da troca de energia de calor latente, produzir o efeito estufa e causar as chuvas, será novamente consumido pelos organismos vivos na sua forma líquida.

#### **2.6.3.1. Atmosferas Perigosas**

A contaminação do ar pressupõe a presença de substâncias estranhas à normal composição da atmosfera. Estas substâncias podem existir em suspensão no ar, no estado sólido, tais como poeiras, fibras e fumos, no estado líquido, tais como aerossóis e neblinas, ou no estado gasoso, tais como gases e vapores.

A formação de atmosferas perigosas na indústria pode estar associada a várias situações de risco, como por exemplo os processos de laboração inseguros que envolvem substâncias perigosas, as condições de trabalho inadequadas, nomeadamente ao nível da

ventilação, o manuseamento incorreto de substâncias perigosas, não respeitando as normas de segurança, os acidentes que envolvam derrames ou emissões de substâncias perigosas durante o processo ou na armazenagem e transporte, a não observância das regras de segurança no armazenamento de substâncias perigosas, os incêndios de substâncias ou preparações com lugar a libertação de fumos perigosos, a recombinação química em espaços não ventilados cujo conteúdo, são produtos químicos ou de origem orgânica.

### **2.6.3.2. Classificação de Agentes Químicos**

A Diretiva 98/24/CE relativa à proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores contra os riscos ligados à exposição a agentes químicos no trabalho, tem como base jurídica o artigo 137.º do Tratado da União Europeia e nesta ótica estabelece requisitos mínimos de saúde e segurança que os Estados Membros devem aplicar, sem prejuízo da sua faculdade de adotarem legislação mais rigorosa sobre esta matéria. Esta diretiva está representada num guia que foi produzido e distribuído no seio da União Europeia (guia prático - Diretiva sobre Agentes Químicos»).

Por agente químico entende-se qualquer elemento ou composto químico, isolado ou em mistura, quer se apresente no seu estado natural ou libertado como resíduo de uma atividade laboral. É toda a substância orgânica e inorgânica, natural ou sintética que durante a fabricação, manuseio, transporte, armazenamento ou uso, pode incorporar-se ao ar ambiente na forma de partículas, fumos, gases ou vapores, com efeitos irritantes, corrosivos, asfixiantes ou tóxicos e em quantidades que tenham a possibilidade de lesar ou afetar a saúde das pessoas que entram em contato com elas.

Os agentes químicos podem ser classificados, de acordo com a sua ação em partículas gases ou fumos, que podem ser inertes, filogenéticos ou pneumocócicos, irritantes, asfixiantes, inflamáveis ou tóxicos.

### **2.6.3.3. Medição Inicial de Gases**

A medição de gases é fundamental para se garantir que o espaço para onde se pretende entrar tem uma atmosfera segura no que concerne a concentração de gases perigosos. As

atmosferas no interior e exterior do espaço confinado deverão ser cuidadosamente verificadas antes de ser autorizada a entrada de qualquer pessoa.

As medições deverão ser conduzidas de tal forma que os resultados obtidos sejam representativos das condições existentes no local, dando especial atenção à distribuição de gases, que pelas suas diferentes densidades se poderão acumular em depressões, condutas, tetos, etc..

É essencial que os instrumentos para deteção de gases utilizados sejam adequados à deteção dos gases que se pretendem monitorizar, os quais devem estar devidamente calibrados. Os detetores devem ser ligados e testados com ar que não esteja contaminado. A pessoa que realize as medições iniciais de gases deverá ter um instrumento de leitura direta e deverá estar devidamente qualificado e treinado.

Caso a avaliação da atmosfera obrigue à entrada no espaço, deverá mobilizar-se uma pessoa para desempenhar a função do vigia, o qual ficará junto à entrada, explicando-lhe os procedimentos que deverão ser cumpridos.

Os resultados obtidos nas medições deverão ser anotados, e se possível registados na autorização de trabalho para o espaço confinado.

O início dos trabalhos só deverá ter lugar depois do espaço ter sido considerado como um espaço seguro, garantindo-se que naquele momento, e no local que foi avaliado, e que mesmo existindo um valor seguro de oxigénio, não existem concentrações de gases tóxicos, inflamáveis ou asfixiantes que possam comprometer a segurança e a saúde dos trabalhadores que se prepararam para entrar no espaço confinado.

#### **2.6.3.4. Gases ou Vapores Perigosos**

Por forma a simplificar a leitura, os espaços confinados foram agrupados em dois grandes grupos, nomeadamente locais com gases e locais sem gases.

Designam-se como gases, apenas as concentrações que possam atingir valores que coloquem em risco a segurança e saúde humana. As atmosferas podem apresentar gases suscetíveis de constituir riscos de intoxicação, asfixia, incêndio ou explosão, nomeadamente ozono, cloro, gás sulfídrico, dióxido de carbono e metano. Pode ainda ocorrer a presença de outros gases ou vapores perigosos, tais como vapores de

combustíveis líquidos, vapores de solventes orgânicos, gases combustíveis e monóxido de carbono.

Os gases que se encontram no estado fluído, para mudá-los de estado é necessário usar dois processos simultaneamente o aumento da pressão e a diminuição da temperatura.

O vapor é um estado no qual a substância pode facilmente liquefazer, ou seja, voltar para o estado líquido, apenas se aumentarmos a pressão do sistema ou se baixarmos a temperatura, separadamente. Qualquer vapor é um gás, mas nem todos os gases são vapor. Vapor tem uma temperatura abaixo da temperatura crítica, ao revês do gás que tem a temperatura acima da temperatura crítica. No caso da água, o valor é de 374°C. Sempre que a temperatura esteja abaixo, a água está no estado de vapor, e acima a água passa a gás.

Os gases podem ser irritantes, quando a ação química ou corrosiva, produzindo inflamação dos tecidos com os quais entram em contacto (p.e.: amoníaco; cloro; ozono; ...). Os asfixiantes simples quando não interferem no organismo provocam asfixia por redução da concentração de oxigénio no ar (p.e.: azoto; hidrogénio; acetileno). Alguns produtos químicos interferem no processo de absorção de oxigénio no sangue (p.e.: monóxido de carbono, cianetos, nitritos, ...). Os narcóticos ou neurotóxicos provocam ação depressiva sobre o sistema nervoso central produzindo um efeito anestésico após terem sido absorvidos pelo sangue (p.e.: éter etílico, acetona, ...). Os tóxicos (sistemáticos) podem causar lesões em vários órgãos, tais como o fígado e os rins. (p.e.: hidrocarbonetos halogenados, tetracloreto de carbono, trocloroetileno); hidrocarbonetos aromáticos que são particularmente lesivos quando existe acumulação nos tecidos gordos, na medula óssea e no sistema nervoso (p.e.:benzeno, que surge frequentemente como impureza de solventes para pintura e de combustíveis e que pode provocar leucemia).

#### **2.6.3.5. Medição de Gases**

Dependendo do método de medição usado, ou devido ao seu significado particular, as concentrações dos componentes da atmosfera são expressos numa ampla variedade de unidades de medida. As unidades de medida estão inter-relacionadas, mas a sua inter-relação nem sempre é óbvia ou simples.

A composição do volume é a relação que existe entre o volume de um gás em particular e o volume total que ocupa todos os componentes de uma mistura de gases, à mesma pressão e temperatura atmosféricas. Esta relação ou rácio é normalmente expressa em percentagem por volume. É frequentemente usada quando o parâmetro volume tem uma importância física significativa, como por exemplo, para misturas de gases potencialmente explosivos, onde a percentagem de volume é uma unidade útil para determinar o risco inerente.

O termo peso por peso (p/p) exprime o peso de um constituinte específico de uma mistura, relativamente ao peso total desta. Esta relação é normalmente expressa na forma de percentagem. O termo é usado quando seja viável a pesagem da mistura total.

Partes Por Milhão é o número de partes em que um constituinte específico existe num milhão de partes de ar. A base volume por volume (v/v) é utilizada muito frequentemente quando as concentrações são baixas (1ppm = 0,0001% por volume | 10.000 ppm = 1,0% por volume).

Miligramas por metro cúbico é a unidade de medida usada quando o peso relativo de um constituinte num dado volume de ar atmosférico é um valor com mais significado. Para uma substância pura, no estado de vapor em condições padronizadas (20°C e 760 mmHg) descrever a relação existente entre ppm, mg/m<sup>3</sup> e o peso molecular (PM) ocuparia várias páginas, mas a relação pode ser ilustrada pela fórmula, 1 ppm é igual ao peso molar a dividir por 24,04, o resultado é expresso em mg/m<sup>3</sup>.

#### **2.6.3.6. Metodologia de Medição**

As medições de gases devem ser efetuadas antes da entrada em espaços confinados, a fim de assegurar a existência de oxigénio em níveis seguros, e a não existência de gases com características tóxicas ou explosivas. Deverão ser feitas por pessoal treinado e com instrumentos de leitura direta e devem preferencialmente ser utilizados instrumentos de deteção de gases multicanal, calibrados, com bomba de aspiração integrada e mangueira de sucção resistente aos possíveis poluentes. O instrumento deve ser ligado com alguma antecedência a fim de permitir o necessário aquecimento das células de medição, sendo este um fator diferente de instrumento para instrumento, assim como dos diferentes sensores (considera-se aceitável um período de 2 a 4 minutos).

Se o detetor estiver dentro da validade de calibração e não se registem mensagens de erro poder-se-á proceder às medições. Nos casos em que a medição é feita em profundidade, deve ser colocada uma mangueira no espaço confinado, preferencialmente com flutuador no seu extremo para evitar possível sucção de fases líquidas, para permitir a medição em diferentes níveis (topo, meio e base).

Em recurso, quando o detetor não estiver munido de bomba de aspiração, poder-se-á utilizar uma corda para fazer baixar o detetor, tendo em atenção que o mesmo pode entrar em contacto com líquidos. Esta medição não é totalmente fiável, porque ao recuperar o detetor durante a subida irá aspirar ar limpo e poderá induzir em erro o trabalhador. As medições a diferentes níveis, deverão ter o tempo suficiente para que os possíveis poluentes possam ser bombeados até às células de medição (no caso do detetor ter bomba de aspiração), mais o tempo de reação até produção de uma leitura destas células. Se as leituras estiverem dentro dos parâmetros estabelecidos a entrada no espaço poderá ser efetuada, mas o instrumento deverá ser transportado pelo(s) trabalhador(es) a funcionar por difusão (bomba desligada) a fim de se certificarem que possíveis mudanças no ambiente serão detetadas, e os alarmes acionados, caso as concentrações atinjam os valores de alarme programado. A OSHA recomenda que a cada 1,2m se deverá parar a descida e registar o valor. A figura 14 ilustra uma das metodologia de mediação.



Figura 8 – Medição de gases segundo a recomendação OSHA

### 2.6.3.7. Interpretação dos Valores Obtidos

A perda de 1,5% no oxigénio representa a perda de 7,5% no volume, o que significa que algo está a entrar no espaço confinado. Este valor é justificado porque o ar, que inclui aproximadamente 78% de azoto, 21% oxigénio e 1% de gases raros tem a proporção de 4 partes de azoto para 1 parte de oxigénio. Quando o ar atmosférico for substituído num



espaço confinado, cada mudança de 1% no nível de oxigénio será acompanhada por uma mudança de 4% no nível de azoto, porque ambos os gases são deslocados na mesma proporção, ou seja, se colocarmos monóxido de carbono num espaço confinado, irá expulsar o oxigénio, mas também o azoto na proporção de 1 para 4 partes.

Segundo John Rekus se o nível de oxigénio cair 1,5%, significa passar-se de 21% para 19,5%. O nível de azoto irá cair 6% ( $4 \times 1,5\% = 6\%$ ), o que perfaz um total de 7,5%, ou seja 75.000 partes por milhão da substância que introduzimos para fazer com que o nível de oxigénio caia apenas 1,5 %. Se a substância for um gás inerte como, a preocupação deve concentrar-se nos efeitos da pressão parcial previamente explicada, mas poderá ser um outro qualquer gás que possua uma perigosidade ainda maior que a carência de oxigénio.

Os valores para muitos gases e vapores variam entre 10 a 100 ppm. Como exemplo o álcool etílico ( $C_2H_6O$ ) muito utilizado em ambientes industriais tem o valor limite de exposição de 1.000 ppm. Se no espaço confinado existissem 75.000 ppm representava um valor de setenta e cinco vezes mais que o valor limite de exposição recomendado.

Embora esse risco possa ser identificado por meio de outros métodos de amostragem, como o uso de tubos colorimétricos, nem sempre se entende a magnitude do problema, porque não se entendem as limitações dos instrumentos possam ser usados. Por exemplo, utilizam-se detetores de contaminantes tóxicos para monitorizar gases combustíveis! Como exemplo: acetona, hexano, tolueno e metil etil acetona! Estes, e muitos outros gases e vapores são inflamáveis e podem ser detetados por um explosímetro, se as concentrações forem suficientemente altas. No entanto, a maioria dos explosímetros tem um limite de detecção de 1% para o limite inferior de explosividade. Isso significa que, embora a concentração de alguns gases e vapores possa ser dez vezes maior que o valor limite de exposição, o explosímetro indicará zero. Isso acontece porque essa concentração, por mais alta que seja, ainda está abaixo do limite de detecção do explosímetro.

#### 2.6.4. Gases Inertes

Gases que nas suas condições normais de pressão e temperatura não reagem nem se combinam com outros produtos, ou que o fazem em quantidades insignificantes. São inócuos para as pessoas, no entanto apresentam riscos graves de acidente por diluição do

oxigénio na atmosfera (risco de asfixia). Não há advertência do perigo, porque geralmente não têm cheiro, sabor ou cor. Duas inspirações de um gás inerte podem ser suficientes para perder a consciência, e se não se reanima a pessoa rapidamente pode sofrer graves lesões cerebrais, inclusive a morte. Exemplo de gases inertes: azoto ( $N_2$ ), hélio (He), néon (Ne), xenon (Xe), dióxido Carbono ( $CO_2$ ), entre outros.

Deverão ser tomadas precauções para manter uma ventilação adequada, não entrar numa zona suspeita sem primeiro ter monitorizado a concentração de oxigénio. Caso não exista um detetor de oxigénio é aconselhável não entrar.

#### **2.6.4.1. Insuficiência de Oxigénio Atmosférico**

A exposição de trabalhadores a atmosferas suscetíveis de apresentar insuficiência de oxigénio só deverá ser permitida quando for garantido um teor volumétrico de oxigénio igual ou superior a 20,8% e inferior a 22%.

A Portaria nº 762/2002 refere no artigo 5º as insuficiência de oxigénio atmosférico, que para valores de oxigénio iguais ou superiores a 17% considera um valor seguro!

Fica o alerta para que num contexto isolado em que se está a analisar a reação do organismo humano à carência de oxigénio, a informação só por si não é perigosa. Se o propósito da afirmação é criar uma fronteira entre o que é seguro e o que é isento de segurança, e porque a atmosfera em ambientes normais terá um valor mínimo de 20,8% de oxigénio, significa que alguma substância química está dentro do espaço confinado e que não consegue ser identificada. A melhor medida a ser tomada, é sair do espaço confinado, ou não deixar entrar ninguém, para se proceder a uma ventilação adequada.

Quando o teor em oxigénio é reduzido do seu nível normal de 20,9% para 15% por volume ou menos, as capacidades musculares são diminuídas ocorre a anóxia. Se o teor de oxigénio por volume for reduzido para valores que se situem entre os 14 e 10%, a pessoa manter-se-á consciente, mas as suas capacidades cognitivas ficam condicionadas, deixando a pessoa sem capacidade de perceção, instalando-se rapidamente um estado de grande fadiga. Em valores de 10 a 6% por volume o organismo humano entra em colapso, podendo ser reanimado se lhe for ministrado oxigénio ou ar fresco.

A carência de oxigénio pode ser provocada pela presença de outros gases, ou porque o seu consumo é resultado de fenómenos biológicos ou devido a fenómenos de oxidação, enferrujamento, fogo e desenvolvimento de bactérias que utilizam oxigénio. O processo

natural de oxidação ou apodrecimento de matéria orgânica, que é um dos riscos latente em fossas, pode conduzir a atmosferas pobres em oxigénio. As atmosferas com teores inferiores a 12% de oxigénio afetam a fiabilidade dos detetores de gases, desde que baseados em princípios catalíticos. Excluem-se os sensores ou detetores que recorrem a tecnologias de infravermelhos.

A carência de oxigénio é especialmente perigosa porque, não dispondo os mamíferos de qualquer tipo de mecanismo que permita aferir o nível de oxigénio, provoca estados de sonolência ou de euforia que impedem em absoluto a perceção do perigo e consequentemente a reação natural de fuga.

#### **2.6.4.2. Asfixiantes Simples**

Substância que podem provocar afogamento, choque ou sufocação, redução ou falta de oxigénio no ar inspirado, designado por hipoxia, e interferência com os mecanismos biológicos que permitem a assimilação do oxigénio.

#### **2.6.4.3. Asfixiantes Químicos**

Substâncias que afetam a assimilação do oxigénio inspirado são chamadas asfixiantes químicos e atuam por vários mecanismos, sangue, células e atuação sobre os nervos.

### **2.6.5. Conclusão do subcapítulo sobre Espaço confinado**

Contrariando o que se convencionou no mundo laboral o valor de 19,5% de oxigénio não é um número mágico, pelo contrário, é um valor estabelecido com base em efeitos fisiológicos adversos que podem se manifestar-se com uma pressão parcial de oxigénio menor que 148 mmHg.

Mesmo que o oxigénio esteja acima de 19,5% podem estar presentes na atmosfera do espaço confinados concentrações perigosas de outros gases e vapores. Alguns gases e vapores podem estar presentes em concentrações bem acima do valor limite de exposição e simultaneamente abaixo do limite dos detetores de gases (explosivímetro).

Como o ar ambiente contém no mínimo 20,8% de oxigénio, se a concentração de oxigénio num espaço for diferente de 20,8% deve existir a capacidade de se interromper o trabalho e se investigar qual a razão para a redução do nível normal de oxigénio.

Caso não se consiga obter uma resposta fiável e segura de compromisso e responsabilidade, sugere-se que a entrada no espaço confinado não seja autorizada até que alguém valide a informação, ou ventile adequadamente o espaço confinado para repor os valores normais do ar atmosférico, mantendo sempre a monitorização do espaço com o detetor de gases portátil.

### 3. ENSAIOS E ESTUDOS DE CASO

Após identificar e compreender o que se pode entender como um espaço confinado, avaliar a concentração expectável de oxigénio e conhecer qual o comportamento do corpo humano no que concerne à carência de oxigénio, importa relacionar este temas com o contexto de trabalho onde pode vir a ser necessário entrar e executar uma tarefa.

Os anos de experiência enquanto coordenador de uma equipa de resgate industrial permitiram-me verificar que os trabalhadores que compreendem e respeitam o valor de oxigénio lidam bem com a monitorização contínua dos gases. Ao invés, os que desvalorizam a monitorização do nível de oxigénio têm uma maior dificuldade na compreensão e enquadramento desta temática, como também na importância da monitorização contínua dos gases dentro de um espaço confinado.

Para melhor ilustrar este ponto irei apresentar dois ensaios e dois estudos de caso, que mostram que existindo um detetor de gases no espaço confinado, o equipamento será sensível à redução do valor percentual do oxigénio na atmosfera, permitindo uma reação preventiva ao que possa estar a contaminar a atmosfera no interior do espaço confinado.

#### 3.1. Razão do Estudo e Metodologia

Relembrar que o simples facto de se ter convencionado no mundo laboral que caso o oxigénio se situe em valores iguais ou superiores a 19,5%, o espaço confinado é seguro, levou muitas pessoas a não tomarem deligência para se protegerem de atmosferas potencialmente perigosas.

O objetivo dos dois ensaios e dos dois estudos de caso foi para ilustrar o quanto é importante a monitorização e compreensão do nível de oxigénio, assim como a perigosidade que a sua carência representa para a salvaguarda da vida humana.

Os ensaios foram realizados com o objetivo compelementar de poderem vir a ser usados em contextos formativos, onde se prtenda ilustrar a reação do oxigénio ao aparecimento de outros gases dentro do espaço confinado.

É o próprio legislador que em alguns casos vem dar força ao princípio de que a carência de oxigénio só será preocupante se descer de um determinado valor, sem nunca o explicar com clareza qual o enquadramento. Como já referido, a Portaria n.º 762/2002 refere no

artigo 5.º o valor que devem ser levados em linha de consideração, quando se fala de insuficiência de oxigénio atmosférico, em que é dito *“a exposição de trabalhadores a atmosferas susceptíveis de apresentar insuficiência de oxigénio só é permitida quando seja garantido um teor volumétrico de oxigénio igual ou superior a 17%, salvo se for utilizado equipamento de protecção adequado, devendo ter-se presente que teores abaixo de 12% são muito perigosos e inferiores a 7% são fatais”*.

Mesmo sabendo que a lei é interpretativa, numa leitura menos cuidada, pode-se depreender que caso o detetor não nos indique valores de toxicidade ou explosividade, bastará ter 17% de oxigénio para poder avançar para dentro do espaço confinado, ou caso esteja já no seu interior, se o valor de oxigénio se mantiver acima de 17% o trabalho pode continuar sem preocupações de maior.

Numa tomada de posição, teria sido importante que o legislador tivesse referido que o facto do valor de oxigénio ser inferior ao valor de referência (20,9%) é justificado pelo facto do espaço confinado estar a ser ocupado por um outro gás, assim o responsável pelo trabalho, antes mesmo de autorizar a entrada deve, por meio de uma ventilação eficaz, repor os valores normais de oxigénio. Caso não o consiga fazer, deve informar de forma clara e inequívoca que o espaço não é seguro e como tal deverão ser tomadas medidas que se entendam adequadas ao trabalho que se vá realizar.

### 3.2. Ensaios Laboratoriais

Para suportar os conceitos teóricos que foram explanados sobre esta matéria, realizei duas experiências distintas, as quais consistiram em:

- Ensaio nº1 – Colocar duas peças de fruta e um ovo dentro de uma caixa plástica (doravante designado por espaço confinado). O espaço confinado foi fechado, garantindo que nada entraria ou sairia do espaço durante o período da experiência, e o interior foi monitorizado durante 45 dias, para verificar se durante o período do ensaio conseguiria registar alterações ao valor de oxigénio.
- Ensaio nº2 – Num recipiente de vidro (doravante designado por espaço confinado) inseri uma vela e dois detetores de gases multicanal (com células para O<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>S, explosividade). O espaço foi monitorizado durante 30 minutos com a vela apagada.

Após este período, a vela foi acessa e manteve-se a monitorização interior do espaço confinado para verificar se existiriam ou não alterações ao nível de oxigénio.

### 3.2.1. Ensaio N.º 1 – Variação do nível de oxigénio por fermentação

No ensaio utilizei uma caixa plástica, mangueiras e válvulas em polietileno, que permitiam a monitorização do espaço no interior, dois detetores de gases multicanal, com sensores eletroquímicos para detetar oxigénio, ácido sulfídrico, monóxido de carbono, dióxido de enxofre, sensores catalíticos para a explosividade, sensores de fotoionização para a monitorização dos voláteis orgânicos compostos, uma maçã, uma laranja e um ovo.



Representação fotográfica 1 – Recursos do ensaio n.º 1

Antes de iniciar o ensaio e com intuito de verificar se com a caixa fechada seria registado algum tipo de alteração da qualidade do ar interior, em particular do nível de oxigénio, coloquei no interior um detetor de gases multicanal, que durante 12 horas consecutivas esteve a monitorizar o ambiente daquele espaço.





Representação fotográfica 2 – Avaliação inicial do espaço ensaio n.º 1

Estando o espaço fechado, constatei que o detetor não registou qualquer tipo de alteração à qualidade do ar, mantendo sempre o nível de oxigénio em 20,9%.

Realizada a primeira fase do ensaio, conclui que não existindo nada no interior do espaço confinado o nível de oxigénio, não se altera.

A segunda parte do ensaio consistiu em colocar no interior do espaço confinado a matéria orgânica, seguidamente fechar-se o espaço confinado e do exterior ir monitorizando dia após dia a qualidade do ar interior, por meio de equipamentos de deteção portátil de gases.



Representação fotográfica 3 – Início da monitorização do ensaio n.º 1

Para que o ensaio tivesse alguma dimensão defini que seria realizada durante um período de quarenta e cinco dias, em que o principal objetivo do ensaio não era compreender ou analisar os gases que se poderiam libertar da decomposição da matéria orgânica, mas sim

se esses gases iriam ou não influenciar o nível de oxigénio dentro do espaço confinado.



Representação fotográfica 4 – Diferentes fases do ensaio n.º 1

O ensaio ocorreu entre o dia 1 de setembro e o dia 15 de outubro de 2017 e foi realizada no laboratório da Tecniquitel em Sines. O registo foi feito através do quadro que é apresentado de seguida. Para que pudesse existir um termo comparativo entre os dias de avaliação, foram registados os valores da temperatura, da pressão atmosférica e da humidade relativa.

| Caixa de Ar Respirável em Condições (PTN) |          |     |                |                |                     |                                 |                          |            |
|---|----------|-----|----------------|----------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------|------------|
| Nº  | Data     | Dia | O <sub>2</sub> |                |                     |                                 |                          | Fotografia |
|   |          |     | 09:30<br>09:45 | 17:30<br>17:45 | Temperatura<br>(°C) | Pressão<br>Atmosférica<br>(hPa) | Humidade<br>Relativa (%) |            |
|   |          |     |                |                |                     |                                 |                          |            |
| 1   | 01/09/17 | 6f  | 20,9%          | 20,9%          | 25,5                | 1016,0                          | 82,9                     |            |
| 2   | 02/09/17 | S   | 20,9%          | 20,8%          | 21,9                | 1013,4                          | 81,2                     |            |
| 3   | 03/09/17 | D   | 20,8%          | 20,7%          | 20,7                | 1014,5                          | 82,6                     |            |
| 4   | 04/09/17 | 2f  | 20,7%          | 20,5%          | 20,5                | 1015,8                          | 82,4                     |            |
| 5   | 05/09/17 | 3f  | 20,4%          | 20,3%          | 21,8                | 1017,7                          | 78,9                     |            |
| 6   | 06/09/17 | 4f  | 20,3%          | 20,1%          | 22,3                | 1015,4                          | 81,2                     |            |
| 7   | 07/09/17 | 5f  | 20,0%          | 19,9%          | 22,3                | 1015,8                          | 82,1                     |            |
| 8   | 08/09/17 | 6f  | 19,8%          | 19,7%          | 25,9                | 1017,0                          | 80,3                     |            |
| 9   | 09/09/17 | S   | 19,6%          | 19,5%          | 24,6                | 1016,0                          | 81,2                     |            |
| 10  | 10/09/17 | D   | 19,4%          | 19,3%          | 24,2                | 1015,8                          | 81,8                     |            |
| 11  | 11/09/17 | 2f  | 19,2%          | 19,0%          | 21,0                | 1014,0                          | 79,6                     |            |
| 12  | 12/09/17 | 3f  | 18,7%          | 18,5%          | 21,5                | 1013,6                          | 78,7                     |            |
| 13  | 13/09/17 | 4f  | 18,4%          | 18,3%          | 22,0                | 1016,1                          | 82,9                     |            |
| 14  | 14/09/17 | 5f  | 18,0%          | 17,9%          | 20,4                | 1016,7                          | 83,0                     |            |
| 15  | 15/09/17 | 6f  | 17,8%          | 17,7%          | 20,5                | 1015,5                          | 82,0                     |            |
| 16  | 16/09/17 | S   | 17,6%          | 17,5%          | 22,6                | 1020,3                          | 79,6                     |            |
| 17  | 17/09/17 | D   | 17,4%          | 17,3%          | 24,5                | 1015,2                          | 81,4                     |            |
| 18  | 18/09/17 | 2f  | 17,2%          | 17,1%          | 25,4                | 1014,5                          | 82,3                     |            |
| 19  | 19/09/17 | 3f  | 17,0%          | 16,9%          | 23,0                | 1015,8                          | 82,0                     |            |
| 20  | 20/09/17 | 4f  | 16,8%          | 16,7%          | 24,3                | 1017,2                          | 81,4                     |            |
| 21  | 21/09/17 | 5f  | 16,6%          | 16,8%          | 21,0                | 1013,5                          | 79,1                     |            |
| 22  | 22/09/17 | 6f  | 16,5%          | 16,4%          | 21,3                | 1016,9                          | 73,3                     |            |
| 23  | 23/09/17 | S   | 16,3%          | 16,2%          | 22,7                | 1019,0                          | 76,2                     |            |
| 24  | 24/09/17 | D   | 16,2%          | 16,1%          | 25,3                | 1019,0                          | 77,0                     |            |
| 25  | 25/09/17 | 2f  | 15,9%          | 15,8%          | 25,8                | 1017,0                          | 80,4                     |            |
| 26  | 26/09/17 | 3f  | 15,5%          | 15,2%          | 21,3                | 1016,4                          | 79,3                     |            |
| 27  | 27/09/17 | 4f  | 15,1%          | 15,0%          | 20,7                | 1018,7                          | 79,4                     |            |
| 28  | 28/09/17 | 5f  | 14,8%          | 14,5%          | 20,3                | 1018,6                          | 80,1                     |            |
| 29  | 29/09/17 | 6f  | 14,4%          | 14,3%          | 22,8                | 1019,6                          | 82,1                     |            |
| 30  | 30/09/17 | S   | 14,2%          | 14,1%          | 24,3                | 1017,9                          | 81,2                     |            |
| 31  | 01/10/17 | D   | 14,1%          | 13,9%          | 22,4                | 1014,0                          | 81,6                     |            |
| 32  | 02/10/17 | 2f  | 13,5%          | 13,2%          | 22,7                | 1018,7                          | 77,8                     |            |
| 33  | 03/10/17 | 3f  | 13,1%          | 13,0%          | 23,3                | 1020,5                          | 77,2                     |            |
| 34  | 04/10/17 | 4f  | 12,9%          | 12,8%          | 25,0                | 1018,2                          | 75,3                     |            |
| 35  | 05/10/17 | 5f  | 12,7%          | 12,6%          | 24,4                | 1017,5                          | 80,4                     |            |
| 36  | 06/10/17 | 6f  | 12,0%          | 11,8%          | 23,7                | 1014,7                          | 76,4                     |            |
| 37  | 07/10/17 | S   | 11,6%          | 11,2%          | 22,9                | 1015,9                          | 78,5                     |            |
| 38  | 08/10/17 | D   | 11,0%          | 10,8%          | 22,8                | 1015,5                          | 79,6                     |            |
| 39  | 09/10/17 | 2f  | 10,3%          | 10,0%          | 22,3                | 1016,4                          | 81,0                     |            |
| 40  | 10/10/17 | 3f  | 9,8%           | 9,6%           | 22,0                | 1015,0                          | 79,4                     |            |
| 41  | 11/10/17 | 4f  | 9,2%           | 9,1%           | 20,5                | 1013,5                          | 81,7                     |            |
| 42  | 12/10/17 | 5f  | 8,9%           | 8,8%           | 21,0                | 1014,0                          | 81,2                     |            |
| 43  | 13/10/17 | 6f  | 8,9%           | 8,8%           | 18,4                | 1015,2                          | 83,6                     |            |
| 44  | 14/10/17 | S   | 7,4%           | 7,0%           | 22,4                | 1014,0                          | 81,6                     |            |
| 45  | 15/10/17 | D   | 6,8%           | 6,5%           | 22,7                | 1018,7                          | 77,8                     |            |

Quadro 3 – Controlo da monitorização oxigénio ensaio nº1



Os valores encontram-se espelhados no gráfico 4, que em simultâneo mostra as variações do nível de oxigénio, da temperatura e da humidade.

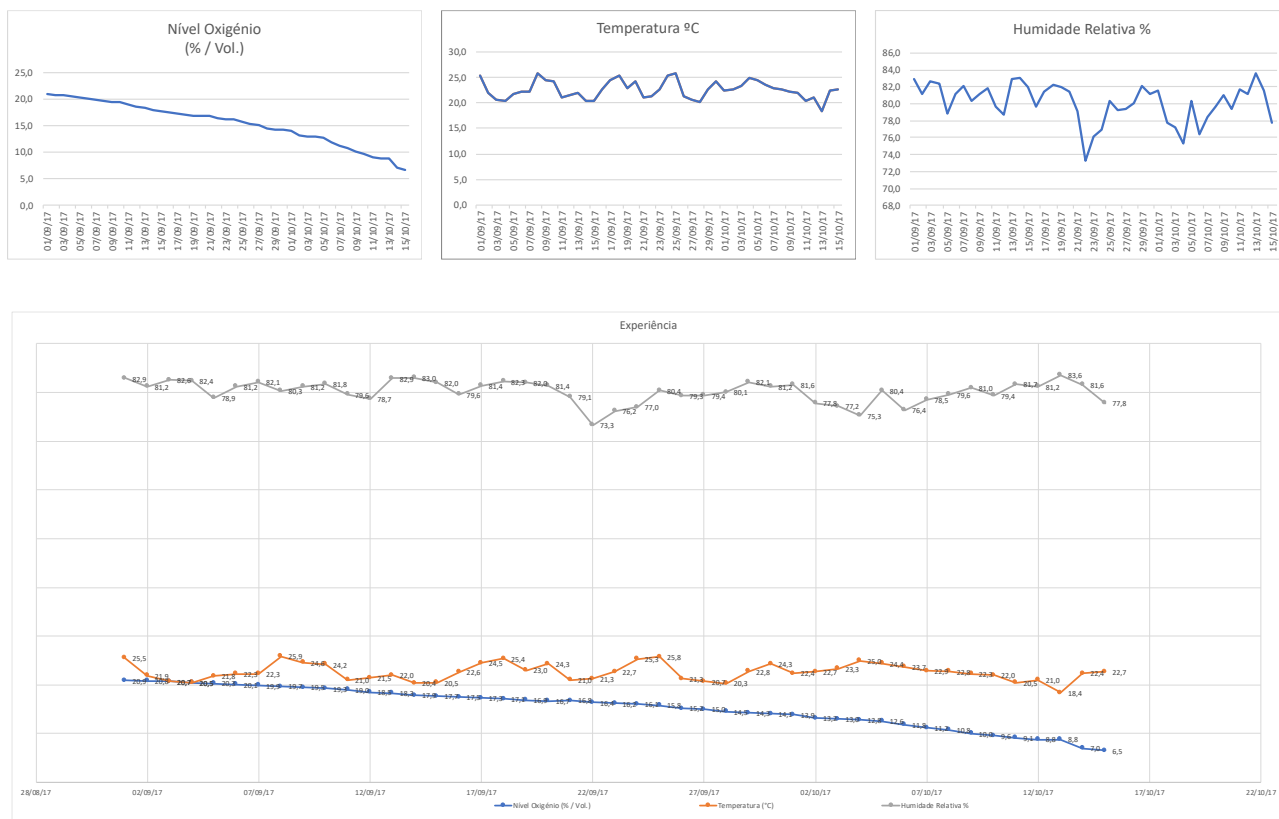


Gráfico 4 – Monitorização do nível de oxigénio no ensaio nº1

Decorrido o período definido, que foi de 45 dias, o espaço confinado foi aberto e o ensaio foi finalizado.



Representação fotográfica 5 – Decomposição da matéria no ensaio nº1

Numa primeira análise conclui que a matéria orgânica em decomposição liberta gases. A decomposição, ou também designado por apodrecimento, é o processo de transformação da matéria orgânica em minerais. A decomposição dos animais e, ou das plantas, dos dejetos ou outras excreções dos animais e de restos de comida é um processo complexo.

Sem que o objetivo da dissertação passe pela compreensão e explicação detalhada das reações químicas que podem ocorrer num processo de putrefação, apresento uma justificação sumária. Nos tecidos dos organismos mortos inicia-se a autólise das células pelas enzimas contidas nos lisossomas. Esses tecidos são ainda triturados e parcialmente consumidos pelos detritívoros. A parte não consumida, ou que não faz parte da alimentação desses animais, é então atacada por vários tipos de bactérias. As partes interiores onde não existe oxigénio livre são consumidas por bactérias anaeróbicas, causando a putrefação, que resulta em aminas como a putrescina e a cadaverina, que têm um odor nauseabundo, este processo é conhecido vulgarmente como apodrecimento. Finalmente intervêm as bactérias mineralizantes (decompositores) que transformam as moléculas orgânicas libertadas pelos processos anteriores em água, dióxido de carbono e sais minerais. Estes processos dependem de muitos fatores bióticos e abióticos, como a abundância e tipos de decompositores no biótopo, a humidade, a temperatura e outros.

A fruta quando exposta ao ar inicia um processo de amadurecimento, processo que liberta etileno. Esta substância química inicia uma reacção química na qual o amido é convertido em açúcar. Esta substância é normalmente produzida em pequenas quantidades pela maioria das frutas e também pelos vegetais. As bananas, peras, maçãs, pêssegos e melões, por exemplo, produzem quantidades mais elevadas.

A ação química do etileno é mais lenta a temperaturas baixas, motivo pelo qual se explica a razão de a fruta demorar mais tempo a apodrecer no inverno. O etileno é uma molécula bastante simples da família dos alcenos, constituída por dois átomos de carbono e quatro de hidrogénio (fórmula química:  $C_2H_4$ ) em que os dois átomos de carbono estão unidos por uma ligação dupla. O etileno é um gás incolor com um certo odor levemente adocicado.

Esta informação só é relevante para se compreender que num espaço confinado, em que existiam apenas duas peças de fruta e um ovo, onde o oxigénio se apresentava com valores normais de 20,9%, o gás etileno que se produziu resultante da decomposição reagiu com o oxigénio, consumindo-o.

O ensaio demonstra que nenhum dos dois detetores que estava a fazer a monitorização do

espaço tinha uma célula específica para detetar etileno, mas existindo uma célula de oxigénio, verificou-se logo a partir do segundo dia que o valor do oxigénio começou a reduzir, e que dia após dia ia reduzindo até chegar a um valor de 6,5% de oxigénio, o qual se considera um valor muito perigoso para a manutenção da vida humana.

### **3.2.2. Ensaio N.º 2 – Variação do nível de oxigénio por monóxido de carbono**

É do conhecimento geral a perigosidade do gás monóxido de carbono, o qual pode ser encontrado em diversos contextos, como exemplo, em parques de estacionamento resultante do gases das viaturas, junto a esquentadores a gás porque utilizam um chama para aquecimento de uma serpentina de cobre ou perto de geradores alimentados a combustíveis fósseis que são utilizados para as mais diversas aplicações.

Estes processos designam-se como reação de combustão ou por outras palavras, reação que tem um combustível. Entende-se que é um composto que é consumido e que produz energia térmica, necessita de um comburentes que quase sempre é o oxigénio que se encontra na atmosfera. A combustão completa ocorre quando existe oxigénio suficiente para consumir todo o combustível. Ao contrário, a combustão incompleta extingue-se quando não houver oxigénio suficiente para consumir todo o combustível. Como exemplo nos automóveis a combustão incompleta gera monóxido de carbono, entre outros gases, tais como o dióxido de carbono, óxidos de azoto, dióxido de enxofre, compostos orgânicos voláteis e partículas, sendo o valor de monóxido de carbono o mais expressivo.

Corria o ano de 2012 e o Jornal Expresso publica a notícia: “Esquentador na casa de banho mata adolescente, o rapaz morreu intoxicado com monóxido de carbono, quando tomava banho, antes de ir para a escola. Além do esquentador estar na casa de banho, não havia qualquer ventilação no local, pelo que o oxigénio foi sendo queimado. Explicou o comandante dos bombeiros de Mangualde, ao Expresso.” Dois anos mais tarde e segundo noticiou o Jornal de Notícias, em Fevereiro de 2014, um casal jovem morre na Figueira da Foz, quando pernoitava num anexo onde estava um gerador a funcionar. Entre 2005 e 2011 registaram-se 111 mortes por intoxicação por monóxido de carbono em Portugal, de acordo com os dados do Instituto Nacional de Medicina Legal.

É compreensível que em locais que estejam confinados e onde possa existir uma combustão incompleta, existirá a libertação de gases e que poderá ser comprometida a

segurança de quem estiver dentro desse mesmo espaço. Os gases só irão ser libertados se conseguirem fisicamente ocupar o espaço que até então pertencia ao oxigénio que estava no ar atmosférico. Para ilustrar a perigosidade deste fenómeno (diminuição do nível de oxigénio) e antes mesmo de percecionarmos que estamos na presença do monóxido de carbono, a avaliação do nível de oxigénio deveria ser considerada uma prioridade. A desvalorização pelo controlo e monitorização do nível de oxigénio faz com que o risco real seja, em muito, diferente do risco percecionado. Em processos tão simples como o que abaixo será ilustrado, consegue compreender-se que o espaço que pertencia ao oxigénio será ocupado pelo monóxido de carbono. Em estabelecimentos industriais ou dentro de espaços confinados, que muitas vezes estão interligados com outros equipamentos, torna-se quase impossível descobrir o que poderá estar a ocupar o espaço que até então pertencia ao oxigénio. É por isso fundamental que nunca se desvalorize a redução de oxigénio para níveis inferiores a 20,8% por volume, e que muito menos se considere que os espaços se mantêm seguros caso o valor de oxigénio desça. Na atualidade é imperativa a monitorização contínua dos espaços confinados por meio de deteção fixa ou portátil e que esses equipamentos possam fazer monitorização dos gases que sejam expetáveis encontrar no local, mas que façam essencialmente a monitorização do nível de oxigénio.

O ensaio foi realizado em 2017 e consistiu em colocar dois detetores de gases portáteis e uma vela dentro de um recipiente de vidro. A vela que inicialmente se encontrava apagada, não teve a capacidade para influenciar o espaço confinado. Depois de acesa tudo se alterou. Para esta experiência foram utilizados dois detetores de gases multicanal com sensores para detetar o nível de oxigénio, explosividade; monóxido de carbono, ácido sulfídrico, e voláteis orgânicos compostos, foi usada uma pequena vela e um recipiente de vidro com um volume aproximado de 2.800 cm<sup>3</sup>. O espaço interior do recipiente de vidro passará a ser designado como espaço confinado.

A primeira fase do ensaio consistiu em fechar o espaço confinado com os dois detetores de gases a funcionar, durante um período de 30 minutos. Decorrido esse intervalo de tempo o espaço foi aberto e a vela foi acesa.





Representação fotográfica 6 – Monitorização inicial do espaço ensaio n.º2

A segunda fase do ensaio consistiu em fechar novamente os detetores dentro do espaço confinado com a vela acesa. O objetivo principal era avaliar a reação do detetor de gases, ao que se iria passar nos minutos seguintes, para assim tentar compreender se ao introduzir o monóxido de carbono no interior se iria ou não afetar a célula de oxigénio, e se essa influência aconteceria antes ou depois da célula de monóxido reagir.



Representação fotográfica 7 – Acendimento da vela no ensaio n.º2

A terceira fase permitiu constatar que o monóxido que está a ser produzido pela queima influencia o detetor de gases, o qual nos informa através do visor das alterações. Alterações essas que nos permitem compreender que antes mesmo da célula eletroquímica de monóxido de carbono reagir, é a célula eletroquímica de oxigénio que nos informa que alguma coisa está acontecer.



Representação fotográfica 8 – Redução do nível de oxigénio no ensaio n.º2

A quinta fase transmite-nos a mensagem de que a partir de um determinado momento passa a existir uma relação direta entre o descréscimo do valor de oxigénio e o aumento do valor de monóxido de carbono.



Representação fotográfica 9 – Relação direta entre oxigénio e monóxido no ensaio n.º2

A sexta fase do ensaio permite-nos compreender que depois da vela se ter apagado, que o nível de monóxido de carbono deixará de aumentar (deixou de ser produzido), mas informa-nos também que o monóxido de carbono que foi produzido se irá manter dentro do espaço até que seja aberto e ventilado. É essa a razão pelo qual a aproximação aos espaços confinados deve ser feita sempre com cuidado. Para resolver a contaminação da atmosfera no interior do espaço confinado, ventilou-se para repor os níveis normais de uma atmosfera.



Representação fotográfica 10 – A vela apaga-se no ensaio n.º2

Depois de aberto e ventilado o espaço, verifiquei que os valores retomaram a zero e o nível de oxigénio voltou ao valor normal de 20,9%.



Representação fotográfica 11 – Abertura do espaço e reposição dos valores no ensaio n.º2

### 3.3. Estudos de Caso

Para reforçar as experiências anteriores apresento dois estudos de caso, com o objetivo de dar uma perspetiva mais realista aos fundamentos teóricos. Os exemplos, embora realizados em contextos laborais muito diferentes, servem para ilustrar a problemática da avaliação do nível de oxigénio dentro de um espaço confinado, que é transversal a qualquer contexto. O primeiro estudo de caso é sobre um trabalho num reator de hidrocarbonetos, e o segundo estudo de caso é sobre um trabalho num algar.

Por dever de confidencialidade não me é permitido divulgar o nome das pessoas, das empresas ou dos locais exatos da realização das tarefas, mas é permitido referenciar que estes dois trabalhos envolveram um conjunto de pessoas com formações de base e experiências profissionais distintas. As empresas que serviram de base aos estudos de caso, embora operem em áreas tão distintas como o tratamento de águas e a refinação de derivados do petróleo, com serviços de operação e manutenção específicos de cada uma das atividades, no que concerne à segurança as obrigações e deveres para as empresas ou trabalhadores são exatamente iguais.

Defendo que o maior perigo não são os espaços onde se irão realizar os trabalhos, mas sim a forma como os intervenientes olham para o espaço confinado. A implementação de medidas preventivas só é possível quando existir legislação aplicável que determine de forma clara e objetiva o que pode e deve ser feito, e quando existe uma correta identificação dos perigos e uma boa avaliação de riscos.

A avaliação dos riscos necessita de estar ajustada ao trabalho que se vai realizar, e para isso vai depender muito do conhecimento e da experiência de quem venha a realizar esta avaliação. Igualmente importante é os envolvidos estarem atentos às principais diferenças entre risco real e risco percecionado.

#### 3.3.1. Estudo de Caso N.º 1 – Trabalho no Reator

A necessidade de entrada para manutenção no reator resulta de um planeamento que é feito com muitos meses de antecedência. Durante esse período produzem-se diversos documentos, incluindo a identificação de perigos e a avaliação de riscos, a qual é feita de forma exaustiva e extensível a todas as fases do trabalho, onde se definem metodologias de atuação e se prepararam empresas prestadoras de serviços e os próprios trabalhadores.

O equipamento têm uma dimensão de 6m de diâmetro, 64m de profundidade. O trabalho tinha uma duração prevista de 18 dias, em regime de 24 horas. Definiu-se que o número máximo de trabalhadores no interior seriam 6 pessoas. No decurso dos trabalhos iriam ocorrer trabalhos de corte e soldadura no interior. O equipamento só tem uma só entrada de topo, questão que mereceu muita atenção para um eventual resgate.

Os trabalhos a executar no interior consistiam em trabalhos de verificação das condições de segurança (equipa de resgate), trabalhos de serralharia e mecânica (equipa de manutenção) e trabalhos de verificação (equipa de inspeção). Os trabalhos iniciaram-se com um vigia em permanência no exterior do espaço confinado e o acompanhamento de um técnico de segurança. Os trabalhadores, antes de entrarem no espaço confinado deixavam com o vigia o cartão de identificação. A cada duas horas existia uma pausa obrigatória. A monitorização contínua da atmosfera no interior do espaço era uma condição obrigatória, no mínimo com dois detetores portáteis de gases e programados com os alarmes para dispararem sempre que o valor de oxigénio fosse inferior a 20,8%. Todos os trabalhadores que necessitaram de entrar no espaço confinado receberam formação sobre espaços confinados e formação específica para este trabalho.

Os principais perigos que estavam presentes no trabalho eram a altura/profundidade, a concentração de oxigénio, uma eventual atmosfera potencialmente explosiva, uma possível atmosfera potencialmente tóxica, como também um acesso limitado de entrada e saída do espaço.

Resultante dos perigos identificados existiam riscos, tais como a queda devido à profundidade, a asfixia por eventual insuficiência de oxigénio, a explosão devido à eventual existência de gases explosivos, o envenenamento devido à existência de eventuais gases tóxicos e, por último, a dificuldade de um eventual resgate devido à configuração do espaço.

Todas as manhãs se fazia uma reunião (briefing) para se fazer o balanço do dia anterior e verificar quais as situações do dia que poderiam ser alvo de atenção especial. Existia uma autorização de trabalho, sem a qual os trabalhadores não poderiam entrar no espaço. Regra que nunca foi violada, porque todos os envolvidos conheciam a implicação que pode ter a negligência, ou seja a violação sem causa justificativa das condições de segurança.

Sempre que se verificava alguma situação que estava fora do planeamento, os trabalhos eram interrompidos e sempre que necessário realizava-se uma reunião com as diversas especialidades para, em conjunto, se identificarem as melhores soluções.



No final de cada jornada de trabalho realizava-se uma nova reunião (dibriefing) com o principal objetivo de identificar pontos de melhoria para a jornada de trabalho seguinte.



Representação fotográfica 12 – Monitorização contínua de gases

Durante o decurso do trabalho e ao longo dos dias, o trabalho teve de ser interrompido por duas vezes devido ao facto do nível de oxigénio baixar do valor que foi aceite por todos como seguro, ou seja 20,8%.

A redução devia-se essencialmente ao facto de, em alguns picos de trabalho se encontrarem os seis trabalhadores no interior do espaço, a temperatura aumentar e por outro lado os processos de soldadura libertavam gases que ocuparem o espaço do oxigénio. Como todos os trabalhadores estavam formados e consciencializados para a monitorização de gases e em particular de oxigénio, sempre que se verificava esta situação, os trabalhadores interrompiam o trabalho e saíam sem nervosismos ou ansiedade. Reforçava-se a ventilação durante o tempo necessário e tão logo estivesse reposto o valor normal 20,9% de oxigénio, voltava-se a entrar no espaço confinado e dava-se seguimento aos trabalhos em curso. Durante todo o trabalho, apesar do contexto assumir que é uma atividade de risco muito elevado, não se verificou nenhum acidente.

### 3.3.2. Estudo de Caso N.º 2 – Trabalho no Algar

Por força das condições climáticas, e em particular pela seca extrema que ocorreu no ano 2017) fez com que os níveis freáticos tivessem registos muito baixos. Devido a esse facto e com a necessidade premente de se manter o abastecimento de água aos habitantes da zona que é abastecida pelo algar, foi necessário baixar a tubagem e substituir a bomba

de aspiração de água por uma bomba de maior capacidade. Numa das reuniões de preparação dos trabalhos, foi comentado que já havia relatos dos trabalhadores na tentativa de descida até um dos patamares intermédios se terem sentido mal e terem interrompido o objetivo de alcançar o patamar intermédio, sensivelmente a 30m de profundidade.

Este trabalho surge com uma antecedência de três semanas e sob a pressão de retomar o fornecimento de água à população. O espaço confinado tinha uma dimensão 8m de diâmetro e 70m de profundidade. Duração prevista do trabalho era de 13 dias, em regime de 8 horas por dia. No máximo 5 trabalhadores no interior do espaço confinados e o trabalho incluía processos de corte e soldadura. O trabalho consistia em verificar as condições de acesso, para salvaguardar a segurança dos trabalhos de serralharia e os trabalhos de mergulho profissional.

Alguns dos perigos que estavam presentes no trabalho eram a altura/profundidade, o nível de oxigénio, as atmosferas potencialmente tóxicas e o acesso limitado de entrada e saída do espaço. Resultante dos perigos identificados temos riscos como a queda devido à profundidade, a asfixia por insuficiência de oxigénio, o envenenamento devido à existência de ácido carbónico ( $H_2CO_3$ ), o afogamento devido à água existente no fundo do algar e, por último, o resgate devido à configuração do espaço.



Representação fotográfica 13– Acessos e trabalhos no interior do algar

Verificou-se que o algar, estando fechado durante bastante tempo, com o sistema de ventilação desligado, tinha logo nos primeiros patamares níveis de oxigénio de 18,9%.





Representação fotográfica 14 – Monitorização em contínuo de gases no interior do algar

Após algumas horas com o sistema de ventilação a funcionar, conseguiu-se recolocar o valor do oxigénio no valor de 20,9% e reiniciarem os trabalhos. A monitorização contínua e a ventilação em permanência permitiram garantir que, durante o tempo em que o trabalho decorreu, o nível de oxigénio manteve-se sobre vigilância e sempre que baixava dos 20,9% por volume, o trabalho era interrompido e reforçada a ventilação do espaço interior.

A carência de oxigénio no interior do algar deve-se sobretudo ao facto de os calcários serem rochas fundamentalmente constituídas por um mineral a que se dá o nome de calcite (carbonato de cálcio:  $\text{CaCO}_3$ ). Sendo este mineral facilmente atacado pelos ácidos, quando em contacto com as águas ácidas que neles circulam pelas diáclases, ocorre uma reacção química característica, conhecida por carbonatação, da qual resulta bicarbonato de cálcio dissolvido na água. A lenta mas contínua circulação das águas pelas diáclases leva à dissolução do calcário e por consequente à libertação de gases para o interior do espaço confinado.

Paralelamente a este fenómeno, dentro do algar existiam estruturas de ferro que serviam de suporte e apoio à tubagem do sistema de bombagem. Sabe-se que o ferro é sujeito ao processo de oxidação, que é um processo de meteorização química pelo qual o oxigénio atmosférico reage com os iões dos minerais produzindo óxidos. Este processo é especialmente importante na meteorização de minerais, com teores de ferro elevados (minerais ferromagnesianos, tais como olivinas, piroxenas e as anfíbolos). As fotografias abaixo mostram a oxidação das várias estruturas metálicas existentes no interior.



Representação fotográfica 15 – Oxidação das estruturas metálicas

O ferro, que faz parte de alguns dos minerais mais comuns, pode ser facilmente oxidado pela reação  $4 \text{FeO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3$  (óxido ferroso:  $\text{FeO}$ ; óxido férrico:  $2 \text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Por este processo formam-se novos minerais com o ferro na forma oxidada, como a hematite. O ferro oxidado torna-se insolúvel em água, precipitando-se no meio em que se encontra, devendo-se a este facto a coloração avermelhada dos produtos deste tipo de meteorização. O ferro surge oxidado quando sujeito a processos de fragmentação que libertam gases, entre eles o ácido sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) e o metano ( $\text{CH}_4$ ). Assim se justifica a razão de que no interior do algar, aquando da primeira entrada, o nível de oxigénio se encontrar em valores diferentes do normal (20,9%).

### 3.4. Conclusão do Capítulo

Sendo os dois estudos de caso tão diferentes, quer no espaço quer no que existia no interior, ambos foram analisados com o mesmo rigor e conhecimento, porque ambos se cruzavam com a mesma problemática, ou seja, carência de oxigénio.

No primeiro estudo de caso (trabalho no reator), mesmo não existindo legislação específica para a entrada em espaços confinados, o trabalho foi realizado de acordo com os procedimentos internos da organização, que são em regra muito exigentes.

Com o passar dos anos, e apesar de não existir um diploma específico de segurança que dê orientações objetivas do que se pode ou não fazer em matéria de segurança em espaços confinados, as empresas da refinação foram criando procedimentos e regras que visam a redução dos perigos para níveis de risco aceitável. A elaboração dessas regras é produzida por comissões técnicas internas, as quais são constituídas por técnicos das várias áreas da organização (manutenção, produção, inspeção e segurança), que possuem formações e conhecimentos de várias áreas do saber, para em conjunto definirem o que pode e deve ser feito nos trabalhos em espaços confinados.

Não existindo orientação legislativa, em alguns casos os procedimentos podem seguir orientações que não possuem fundamento técnico ou científico, mas sim empírico.

No segundo estudo de caso (trabalho no algar), até há poucos anos a exploração das águas e o tratamento das águas residuais eram atividades às quais não se associava um elevado nível risco, porque na generalidade as tarefas eram simples e rotineiras, o que remetia as avaliações de risco para um risco percecionado em muito diferente do risco real. De tal forma, que os acidentes de trabalho graves e mortais que acontecerem em Portugal, neste setor específico e num curto espaço de tempo, levaram o estado a criar legislação específica. A Portaria 762/2002 define um conjunto de regras e procedimentos de atuação para trabalhos em locais potencialmente perigosos. Este documento contém um conjunto de normas jurídicas que estão desajustadas à realidade atual, e que contrariam o conhecimento técnico e científico existente, podendo induzir em erro quem consulte o documento e faça dele uma orientação para definição de procedimentos.

Mas, mesmo estando desatualizado em algumas matérias, a verdade é que o simples facto de existir um documento legal permite a empresas e trabalhadores deste setor tomarem

as diligências necessárias para fazerem cumprir os requisitos que são impostos pela legislação.

A participação na identificação dos perigos e na avaliação dos riscos, deixa de ser uma opção e passa a ser uma obrigação de todos, o que permite mais facilmente corrigir procedimentos ou mesmo criar ferramentas adequadas a este tipo de trabalhos.



Representação fotográfica 16 – Comparação de trabalhos

Empresas e trabalhadores só se conseguirão proteger em relação aos espaços confinados a partir do momento em que aceitam que nas suas instalações, e nas tarefas que necessitam de executar, existem perigos e riscos que não podem ser desvalorizados, como por exemplo a necessidade primária de monitorização do nível de oxigénio dentro de qualquer espaço confinado.

Em ambos os estudos de caso verificámos que ambas as empresas estavam sensibilizadas para esta questão e foi relativamente fácil impor as condições de salvaguarda necessárias para que os trabalhos decorressem sem sobressaltos.

## 4. PROPOSTA

Para se alcançar o objetivo de permitir a redução da probabilidade de um acidente acontecer num espaço confinado por carência de oxigénio, e utilizando como base de trabalho o que já foi produzido em outros países, é fundamental que seja produzido um documento legal que defina objetivamente os deveres e as responsabilidades das empresas e também dos trabalhadores.

### 4.1. Legislação

Os termos que são apresentados neste ponto visam dar uma orientação ao que se possa vir a considerar nas normas jurídicas do diploma para espaços confinados.

Sugere-se que no prefácio do documento se dê ênfase à necessidade das equipas que preparam os trabalhos de entrada em espaços confinados sejam multidisciplinares, ou seja, constituídas por pessoas que tenham conhecimentos teóricos e práticos para a execução de tarefas específicas e que consigam identificar as diferenças entre o risco real e o risco percecionado.

O diploma deverá conter orientações para a elaboração do planeamento detalhado de cada uma das fases do trabalho que se pretende realizar dentro do espaço confinado.

Para que seja possível planear ou executar com segurança uma qualquer tarefa é fundamental que os trabalhadores possuam formação adequada. O diploma legal deverá definir um conteúdo teórico com a recomendação expressa para que a formação tenha também uma componente prática que permita a consolidação do conhecimento.

Para trabalhos em espaços confinados é essencial contar com um conjunto de equipamentos, uns mais complexos que outros, tais como os detetores de gases, ventiladores, equipamentos de proteção respiratória, entre muitos outros.

O diploma deverá dar especial relevância ao fato de, antes mesmo de se entrar num espaço confinado, pensar-se que o trabalhador pode não conseguir sair pelo seu próprio pé e que pode ser necessário ser resgatado. Esta situação deverá obrigar as empresas a providenciarem meios humanos e materiais para salvaguardar uma eventual situação de emergência.

O diploma deve apresentar ferramentas que permitam um controlo eficaz, como por exemplo um modelo de autorização de trabalho, em que seja visível o valor mínimo de oxigénio que deve ser assegurado dentro do espaço confinado para este se entender como seguro, um modelo de identificação e caracterização dos espaços e também algoritmos de atuação para a entrada em espaços confinados para a utilização de detetores de gases, aparelhos respiratórios ou outros que se entendam importantes para auxiliar quem necessita de utilizar equipamentos técnicos.

## **4.2. Definição de Responsabilidades**

É importante que o diploma defina as responsabilidades dos possíveis intervenientes num trabalho em espaços confinados. Ser responsável significa ter a capacidade de cumprir um compromisso que foi assumido e de acordo com o artigo 281.º do atual código do trabalho, o trabalhador tem direito a prestar trabalho em condições de segurança e saúde e o empregador deve assegurar aos trabalhadores condições de segurança e saúde em todos os aspectos relacionados com o trabalho, aplicando as medidas necessárias tendo em conta princípios gerais de prevenção. Os trabalhadores devem cumprir as prescrições de segurança e saúde no trabalho estabelecidas na lei ou em instrumentos de regulamentação colectiva de trabalho ou determinadas pelo empregador.

### **4.2.1. Empregador**

Assim sendo, o empregador deve garantir que a avaliação dos espaços confinados seja sempre feita por técnicos especializados, para que se possa determinar se existe ou não a necessidade da execução de tarefas dentro de espaços confinados, devendo enumerar e identificá-los, bem como os riscos específicos de cada um deles. Se existir a necessidade da execução de tarefas dentro de espaços confinados, o empregador está obrigado pela legislação vigente a informar os trabalhadores dos riscos associados a este tipo de tarefas.

Cabe também ao empregador a implementação de medidas por forma a garantir as condições adequadas de trabalho, a capacitação permanente dos trabalhadores sobre os riscos, as medidas de controlo, de emergência e de resgate em espaços confinados.



Deverá sinalizar os locais através da fixação de sinais de perigo, informando da existência de um espaço confinado e garantir que o acesso ocorre somente após a emissão da autorizações de trabalho para o espaço confinado.

É imperativo fornecer às empresas contratadas informações e até ações de formação sobre os potenciais riscos nas áreas onde irão desenvolver as suas atividades. O empregador deve adquirir equipamentos adequados ao desempenho das funções, definidas pelo procedimento de trabalho em espaços confinados, dando prioridade às medidas de proteção coletiva em detrimento das medidas de proteção individual.

Acompanhar a implementação das medidas de segurança e saúde dos trabalhadores das empresas contratadas, providenciando os meios e as condições para que possam desenvolver o seu trabalho.

Assegurar que as exposições aos agentes químicos, físicos e biológicos nos locais de trabalho não constituam risco para a saúde dos trabalhadores. Assim como manter as informações atualizadas sobre os riscos e as medidas de controlo, antes de cada acesso aos espaços confinados.

Garantir que os trabalhadores possam interromper as suas atividades e abandonar o local de trabalho sempre que suspeitem da existência de risco grave e eminente para a sua segurança e saúde ou para terceiros.

Adotar medidas e dar instruções que permitam aos trabalhadores, em caso de perigo grave e iminente que não possa ser evitado, cessar a sua atividade ou afastar-se imediatamente do local de trabalho, sem que possam retomar a atividade enquanto persistir esse perigo, salvo em casos excecionais e desde que assegurada a proteção adequada.

Garantir que os trabalhadores têm conhecimentos e aptidões em matéria de segurança e saúde no trabalho, que lhes permita exercer com segurança as tarefas que lhes foram incumbidas.

#### **4.2.2. Trabalhador**

Embora tenha como direito as obrigações que são imputadas ao empregador como dever, o trabalhador está obrigado a cumprir as prescrições de segurança em espaços confinados



estabelecidas nas disposições legais ou convencionais aplicáveis e as instruções determinadas pelo empregador com esse fim.

Deve utilizar corretamente e seguir as instruções transmitidas pelo empregador no que concerne a máquinas, aparelhos, instrumentos, substâncias perigosas e outros equipamentos e meios postos à sua disposição, designadamente os equipamentos de proteção coletiva e individual, bem como cumprir os procedimentos de trabalho estabelecidos. Comunicar imediatamente ao seu superior hierárquico ou, não sendo possível, aos trabalhadores, as avarias e deficiências por si detetadas que se lhe afigurem suscetíveis de originarem perigo grave e iminente, assim como qualquer defeito verificado nos sistemas de proteção.

O trabalhador qualificado para trabalhos em espaços confinados tem uma participação decisiva no controlo dos riscos aos quais está exposto por força das suas atividades. Deve por isso conhecer bem os riscos e as suas consequências, seguir todas as instruções adquiridas sobre a correta utilização dos equipamentos de proteção, estar sempre alerta às ordens do chefe de equipa, especialmente na evacuação da sua área de trabalho e estar suficientemente preparado para abandonar a área de trabalho em caso de emergência. Deve abandonar a área de trabalho por iniciativa própria quando sujeito a algum perigo que ponha em risco a sua saúde, dando sempre conhecimento ao chefe de equipa.

### **4.3. Equipa de Trabalho**

A equipa de trabalho deverá ser proporcional às tarefas a executar e constituída de forma a que as mesmas possam ser realizadas em segurança. É recomendado que no mínimo exista uma equipa constituída por três pessoas, onde uma será o trabalhador que irá dentro do espaço, um segundo trabalhador (comumente designado por vigia) que mantém o controlo das entradas e saídas e será a pessoa que está melhor posicionada para dar um alerta de emergência e por uma terceira pessoa (p.e.: chefe de equipa) que estará equipado no exterior para poder a qualquer momento entrar e auxiliar no interior. Todos os envolvidos, os que irão entrar como os que eventualmente possam vir a entrar, devem fazer uso de arnês, mesmo não existindo risco de queda em altura. O uso do arnês irá simplificar e auxiliar uma eventual situação de emergência.

#### **4.3.1. Chefe de equipa**

É da responsabilidade do chefe de equipa verificar as condições de segurança quanto à entrada de trabalhadores em espaços confinados. Na posse da autorização de entrada, deve examiná-la e verificar se todas as medidas de segurança foram cumpridas, em particular se o nível de oxigénio dentro do espaço confinado se situa em valores entre 20,8% e 21%, de forma a consentir a entrada no espaço confinado.

Após a entrada e tendo sido iniciados os trabalhos, deve certificar-se que estes decorrem conforme as condições de segurança previstas. Caso se verifique uma alteração na atmosfera do espaço confinado e algum risco venha ameaçar as condições iniciais, o trabalho deve ser imediatamente interrompido e deve ser ordenada a remoção dos trabalhadores, também todas as pessoas não qualificadas para os trabalhos a realizar devem ser retiradas das proximidades. Caso os trabalhos sejam concluídos dentro da programação estipulada, a autorização de trabalho deve ser formalmente encerrada.

#### **4.3.2. Vigia de espaços confinados**

O vigia qualificado para trabalhos em espaços confinados deve permanecer atento na sua posição de observador e fazer cumprir as condições de segurança que tenham sido previamente definidas, bem como dar apoio aos trabalhadores nos preparativos para a entrada. Deve estar ciente quanto aos riscos que o trabalho oferece e aos quais os trabalhadores possam estar expostos.

Deve manter-se em contacto permanente com os trabalhadores que estejam no espaço confinado e saber distinguir a posição de cada um deles (quando possível). Deve permitir a entrada apenas às pessoas qualificadas à realização dos trabalhos e não permitir que as pessoas não envolvidas permaneçam nas proximidades do espaço confinado.

Deve proceder ordenadamente à evacuação dos trabalhadores que estejam no espaço confinado, caso algum risco que não tenha sido previsto aquando da elaboração dos procedimentos ou que um trabalhador dê sinais de que alguma coisa o esteja a afetar.

Caso algum acontecimento externo, por uma razão ou outra, interfira no espaço confinado com consequências nocivas para os trabalhadores no seu interior, deve ordenar a interrupção dos trabalhos e a saída dos trabalhadores do interior do espaço confinado.

Em caso de acidente, o vigia não deve ausentar-se por iniciativa própria do seu posto de trabalho, por nenhuma razão, sem se fazer substituir por outro vigia a quem deve dar total conhecimento da situação. Deve solicitar imediatamente o apoio da equipa de resgate (se aplicável). Não deve de forma alguma entrar no espaço confinado, mesmo em situação de emergência.

Quando surge a necessidade de resgatar alguém e caso o vigia se encontre sozinho mas tenha junto dele um equipamento para resgate remoto e caso tenha recebido formação para a utilização do equipamento, pode usá-lo sem nunca se expor a riscos desnecessários.



Representação fotográfica 17 – Vigia de espaços confinados

#### 4.4. Planeamento do Trabalho

Para se conseguir planejar um trabalho num espaço confinado é necessário identificar os espaços confinados existentes e proceder à avaliação de riscos. Para que o planeamento possa ser feito de forma ajustada é importante garantir a capacidade e o conhecimento permanente dos trabalhadores sobre os riscos, as medidas de controlo de emergência e resgate em espaços confinados.

A elaboração da documentação (procedimentos e autorizações de trabalho) é fundamental, mas é obrigatório garantir que o acesso a espaços confinados acontece somente após a emissão da concordância de todas as partes envolvidas.

Todos os envolvidos no trabalho terão de estar devidamente preparados para a interrupção involuntária do trabalho, tão logo se suspeite da alteração da condição de risco, procedendo à imediata evacuação do espaço.

Os trabalhos em espaços confinados estão relacionados com o planeamento e preparação dos mesmos. Como tal, previamente à execução de qualquer trabalho num espaço confinado, o mesmo deve ser planeado na forma e no tempo. Deve ser analisado o tipo de trabalho a realizar, o local, a hora de execução, o tempo de execução e as condições ambientais envolventes, em termos gerais.

Com este prévio conhecimento é possível relacionar a atuação do trabalhador com os perigos envolvidos. Este ponto é extremamente importante, já que tem uma relação direta com a organização do trabalho.

O planeamento permite ter um conjunto de elementos previamente estabelecidos, definidos e implementados, bem como manter uma matriz de identificação de perigos e avaliação de riscos definida, documentada e implementada, desde a fase de preparativos até à sua conclusão.

#### **4.5. Autorização de Entrada**

É imprescindível a existência de um documento que permita auxiliar na avaliação direta das condições de trabalho, incluindo a própria atmosfera, como também permita controlar as entradas dentro no espaço confinado, estabelecendo como regra a proibição de entrada a todos os que não possuam um documento previamente validado e autorizado.

O documento tem como principal finalidade restringir o acesso ao espaço confinado, por forma a que apenas e só as pessoas autorizadas e formadas o possam fazer, assegurar e controlar a comunicação entre todas as pessoas ou departamentos implicados. Nele se devem enumerar os riscos e medidas preventivas a seguir para efetuar o trabalho e registar as condições de acesso, dos trabalhadores e das condições no interior do espaço confinado.

É recomendado que a autorização de trabalho só seja emitida se forem observadas condições tais como a identificação completa do local e riscos potenciais existentes, a indicação da data e validade da autorização, a especificação dos resultados dos testes

feitos para deteção de gases e assinada pelo responsável por estas medições, a especificação de todos os isolamentos elétricos, mecânicos e de instrumentação e outras medidas de segurança que será necessário cumprir para realização dos trabalhos em segurança, a especificação das precauções que deverão ser tidas por todos aqueles que deverão realizar o trabalho, como a monitorização em contínuo da atmosfera, o tipo de instrumentos a utilizar, os equipamentos de proteção adequados, e a disponibilização das pessoas autorizadas de acordo com os procedimentos em vigor na empresa.

Deve ser entendido que os resultados obtidos pelos testes iniciais correspondem apenas ao reconhecimento das condições existentes naquele momento, necessárias para que o responsável pelo serviço estabeleça as condições prévias para entrada, devendo de seguida definir em que condições o poderão fazer.

O documento é considerado como um formulário, deliberando a aprovação de entrada e início dos trabalhos, com a definição da validade, datado, assinado e revalidado para cada intervenção. Deverão estar explícitos os valores de oxigénio, explosividade e toxicidade, tal como a temperatura máxima admissível no interior do espaço confinado.

Os equipamentos de proteção que os trabalhadores devem utilizar poderão já estar definidos na empresa, como por exemplo capacete, óculos de proteção, farda de trabalho, botas e luvas de proteção, mas poderão ser necessários equipamentos complementares, tais como protetores auriculares, máscaras com filtros adequados, equipamento de respiração autónoma ou linhas de ar à distância, equipamentos anti queda, equipamentos de resgate específicos, entre outros.

#### **4.6. Formação**

É essencial que o diploma informe que é através da formação que se conseguirá alcançar o conhecimento e que reforce a importância das empresas garantirem que os trabalhadores possuem formação adequada. A obrigatoriedade já se encontra consagrada na lei, determinada pelo Código do Trabalho nos artigos 130.º a 134.º, na subseção II designada de "Formação profissional", assim como na Lei Nº 102/2009, no artigo 20.º "Formação dos trabalhadores", onde está definido que o trabalhador deve receber uma formação adequada no domínio da segurança e saúde no trabalho, tendo em atenção o posto de trabalho e o exercício de atividades de risco elevado.

Igualmente importante à imposição legal é o facto dos vários intervenientes, empresas e trabalhadores, compreenderem que sem formação adequada o nível de risco sobe exponencialmente.

É vital que os trabalhadores que irão intervir em espaços confinados possuam conhecimentos teóricos e práticos de como devem atuar, quer em situações normais de laboração, quer em situações de emergência dentro de um espaço confinado onde exista por exemplo, uma vítima numa atmosfera pobre em oxigénio.

Não deverão subsistir dúvidas em relação à necessidade de se desenvolverem programas de treino exigentes e sistematizados para sensibilizarem os trabalhadores para os riscos existentes e ministrar-lhes a formação necessária para a eleição e uso dos equipamentos corretos e necessários à sua proteção, tornando-os assim pessoas competentes para executarem as tarefas em condições de segurança.

Em matéria de segurança laboral, o treino é essencial para se definir o perfil neurológico dos trabalhadores e identificar possíveis indícios que possam comprometer a segurança dos trabalhadores, tais como a claustrofobia, a condição física e a condição psicológica, para além de lhes conferir competências para uma resposta adequada a situações de emergência e de resgate.

É imperativo que as ações de formação tenham fortes componentes práticas, para que os formandos, num contexto formativo controlado, possam ser colocados à prova sobre as exigências dos trabalhos em espaços confinados.

#### **4.7. Equipamentos Adequados**

Na esmagadora maioria das empresas existem equipamentos de proteção individual para a proteção da cabeça, corpo e membros, mas a identificação dos equipamentos de proteção a utilizar em espaços confinados depende da identificação que seja feita dos riscos associados às tarefas que se pretendem desenvolver.

Considera-se como equipamento de proteção individual todo o equipamento e qualquer complemento ou acessórios destinados a serem utilizados pelo trabalhador, para se proteger contra riscos suscetíveis de ameaçar a sua segurança ou saúde, no desempenho das tarefas que lhe estão atribuídas. São um recurso fundamental, mas só deve ser usado



caso não se tenham conseguido eliminar os perigos ou reduzir os riscos para um nível aceitável.

As condições de utilização destes equipamentos de proteção individual, nomeadamente no que se refere à sua duração, serão determinadas em função da gravidade do risco, da frequência da exposição ao risco, das características do posto de trabalho de cada trabalhador e do comportamento do equipamento.

A eficácia do uso de um determinado tipo de equipamento de proteção depende em muito da insistência e persistência do técnico de segurança, mas acima de tudo depende da participação ativa do trabalhador, na identificação e seleção dos equipamentos adequados. Ao técnico de segurança compete fornecer as instruções de utilização necessárias ao correto uso do equipamento, controlar o seu uso efetivo e garantir a sua manutenção. Ao trabalhador cabe a aceitação dos equipamentos, respeitar as instruções de utilização e apresentar as anomalias ou defeitos que indentifique.

Para que o uso do equipamento seja efetivo, é fundamental que o trabalhador compreenda a razão da sua utilização e acima de tudo perceba quais as implicações da não utilização dos equipamentos fornecidos pela empresa.

O diploma deve determinar a utilização de equipamentos adequados à função, orientando as empresas para a utilização de equipamentos específicos, tais como ventiladores, detores de gases, equipamentos de proteção respiratória, consignação ou resgate.

Ao longo da dissertação é dada uma especial atenção à deteção de gases portátil. Não existindo deteção fixa de gases, é através dos equipamentos portáteis a melhor forma de avaliarmos a atmosfera para onde pretendemos entrar. Existem no mercado diferentes formas de deteção de gases, mas não se deve subestimar nenhuma delas porque podem ser complementares.

Aquando da avaliação de riscos é fundamental definir a forma como se pretende identificar a presença de gases para que se possam seleccionar os equipamentos adequados. São disso exemplo os tubos colorimétricos e os detetores de gases, que se complementam na utilização e no fim a que cada um se destina.

Os detetores utilizam sensores que podem ser de diferentes tipos, tais como os sensores eletroquímicos para a toxicidade, catalíticos ou infravermelhos para a explosividade, fotoionização (PID) para os voláteis orgânicos compostos, entre outros.



#### 4.8. Resgate

Seguindo a orientação de um dos requisitos da OSHA, é essencial um plano de emergência para a entrada num espaço confinado, requerendo para o efeito uma autorização de trabalho (Wilson & Wang, 2013), devido à configuração dos espaços confinados poderem dar origem a situações complicadas e perigosas. A incapacidade de responder de forma eficaz no caso de uma situação de resgate é frequentemente a causa de incidentes fatais de entrada de espaço confinado (Wilkinson *et al*, 2012).

Resgatar um trabalhador de um espaço confinado é uma operação de baixa frequência e alto risco, que é simultaneamente sensível ao tempo e tecnicamente desafiadora. A experiência mostra que um resgate apressadamente executado aumenta a probabilidade dos socorristas se tornarem vítimas (Wilson, Madison & Healy, 2012).

Embora o regulamento da OSHA para espaços confinados não exija exclusivamente equipas de resgate internas, as empresas devem criar e treinar as suas próprias equipas e prepará-las com equipamentos adequados para os riscos existentes, para que possam ser capazes de realizar o resgate primário e não reenviarem a responsabilidade para os bombeiros (Wilson, Madison & Healy, 2012).

Quando ocorre uma emergência num espaço confinado o tempo é crucial, como refere Taylor (2011), muitos empregadores não conseguiram avaliar adequadamente a capacidade de resgate quando as avaliações de riscos identificavam situações que podiam dar origem a eventuais acidentes.

Além disso, a ocupação do espaço confinado pode causar outro problema durante as operações de resgate. É importante definir o número de trabalhadores autorizados dentro de cada espaço confinado, garantindo uma prontidão de emergência adequada para evacuar com segurança todos os trabalhadores (Wilson & Wang, 2013).

Durante a fase de identificação de perigos e avaliação de riscos, devem ser contempladas as eventuais situações que fujam ao normal decorrer das operações e que possam dar origem à necessidade de se efetuar o resgate de pessoas que não consigam sair pelo seu próprio pé.

A metodologia pode ser desdobrada em instruções de segurança ou planos de emergência em complemento com a formação adequada. Neste sentido, devem estar definidos os comportamentos a adotar, as responsabilidades e autoridades, os contactos de emergência

e os meios de prevenção a utilizar. De salientar que as instruções de segurança para a emergência e resgate devem estar definidas para cada uma das funções a desempenhar.

As formas seguras de atuar em caso de emergência relacionam-se com a saída autónoma do trabalhador ou a evacuação sem a participação da equipa de resgate.

## 5. CONCLUSÃO

Inicia-se a conclusão utilizando mais uma vez as palavras de John Rekus “não é por toda a gente dizer que um nível de oxigénio de 19,5% é seguro para entrar em espaços confinados, que isso está correto!”. Por diversas vezes, ao longo da dissertação, foi feita referência ao fato do risco real ser diferente do risco percecionado, sendo fundamental que os espaços confinados sejam identificados e avaliados de forma clara e inequívoca, por pessoas com conhecimentos em várias áreas do saber e possam fundamentar tecnicamente se existem ou não condições de segurança para entrar e executar um qualquer trabalho.

Da documentação analisada, compreende-se que mesmo existindo legislação específica para espaços confinados, é fundamental que todos os que necessitam de entrar num espaço confinado deverão possuir um nível de conhecimento técnico que lhes permita compreender áreas como a toxicologia, a proteção contra quedas, a proteção química, a proteção de máquinas, a proteção contra incêndio, a instrumentação, a segurança elétrica, o bloqueio e a sinalização, a ventilação, entre outros conhecimentos que se podem tornar essenciais nas decisões e até no dimensionamento das soluções adequadas a cada tarefa.

A lei geral do trabalho é clara na atribuição de responsabilidades em matéria de segurança laboral, determinando que o empregador deve assegurar aos trabalhadores condições de segurança e saúde em todos os aspetos relacionados com o trabalho, aplicando as medidas necessárias, tendo em conta os princípios gerais de prevenção. Os trabalhadores devem cumprir as prescrições de segurança e saúde no trabalho estabelecidas na lei ou em instrumentos de regulamentação coletiva de trabalho, ou determinadas pelo empregador.

Para o ponto anterior ser exequível é preciso que exista uma clara identificação dos perigos e uma ajustada avaliação de riscos. Para se conseguir atender a este requisito é fundamental que todos se prontifiquem e disponibilizem para a realização ajustada da correta avaliação dos riscos inerentes a cada tarefa. Estas avaliações têm de ser feitas por pessoas competentes, com conhecimento técnico sobre as tarefas a realizar e preferencialmente inseridas em equipas multidisciplinares.

A elaboração de um projeto norma para espaços confinados é o primeiro passo que deve ser dado, para posteriormente se conseguir transformar esse conteúdo normativo num diploma legal que seja transversal a todos os setores e áreas de atividade, permitindo a

todos os que se envolvem em tarefas dentro de espaços confinados terem uma ferramenta que possam usar como orientação.

Se um dia for criada legislação específica para a temática dos espaços confinados, que esta seja produzida com a objetividade que o assunto merece e que inclua de forma clara o valor mínimo admissível de oxigénio para se poder entrar dentro de um espaço confinado.

Seria igualmente importante que o diploma deixasse bem vincada a obrigatoriedade das empresas ministrarem formação aos seus trabalhadores em áreas específicas, tais como a deteção de gases e a proteção respiratória. A formação dos trabalhadores assume um papel fundamental nesta temática, para que consigam compreender os perigos e os riscos que dizem respeito aos espaços confinados e em particular à interpretação dos valores dos detetores de gases, com especial destaque para o valor do oxigénio.

Da leitura feita aos muitos relatos de acidentes em espaços confinados, depreende-se que a produção de legislação específica só por si não será suficiente, uma vez que mesmo nos países onde existe legislação, sendo amplamente divulgada, os acidentes continuam a ocorrer. Será fundamental que as empresas elaborem procedimentos internos para a entrada em espaços confinados e que formem os seus trabalhadores sobre os principais riscos associados aos mesmos.

A essência desta dissertação visou o estudo objetivo do que se pode considerar como nível de oxigénio seguro dentro de um espaço confinado. Reforça-se mais uma vez que o oxigénio é uma ínfima parte da necessidade para quem tem de entrar e trabalhar num contexto tão específico como são os espaços confinados, onde a toxicidade, a explosividade e a própria configuração do espaço são igualmente importantes para se conseguir salvaguardar a vida humana.

Espera-se que o espaço confinado seja considerado seguro se o valor de oxigénio se situar entre 20,8% e 21%. Caso o valor seja diferente, não significa só por si que o trabalhador corra risco de vida. Deve interromper-se o trabalho que se está a realizar ou impedir a entrada de novas pessoas no espaço confinado, para se avaliar cuidadosamente o porquê da variação de valores.

Conclui-se esta dissertação mantendo uma profunda convicção de que em Portugal existem todos os recursos necessários para se realizar um trabalho de elevada qualidade, quer seja

na elaboração de uma norma técnica, quer na produção de um diploma legal, quer ainda na elaboração de um guia atualizado para espaços confinados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. (2017). Espaço confinado - Prevenção de acidentes, procedimentos e medidas de proteção. Brasil: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ACGIH. (2009). Confined space testing. Cincinnati: ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
- ACT - Autoridade para as Condições de Trabalho. (Acedido em 10 de outubro de 2017). Obtido de [http://www.act.gov.pt/\(ptPT\)/Publicacoes/Folhetos/locaistrabalho/Paginas/default.aspx](http://www.act.gov.pt/(ptPT)/Publicacoes/Folhetos/locaistrabalho/Paginas/default.aspx).
- Allison, W. (1986). Confined space fatalities: Are priorities for preventive actions based on facts or emotions? *Professional Safety*, 23-27.
- ARIA (Acedido em 7 de novembro de 2017: [www.aria.developpement-durable.gouv.fr](http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr)).
- Behm, M. (2005). Linking construction fatalities to the design for construction safety concept. *Safety Science*, 43(8), 598-611.
- Benavides, F., & et al. (2004). *Salud laboral: Conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales*. Barcelona: Masson.
- Bley, J. Z. (2007). *Comportamento seguro: A psicologia da segurança no trabalho e a educação para a prevenção de doenças e acidentes*. Curitiba: Sol, 2ª edição.
- Boholm, Å. (1998). Comparative studies of risk perception: A review of twenty years of research. *Journal of Risk Research*, 1(2), 135-163.
- Brown, I., & Groeger, J. (1988). Risk perception and decision taking during the transition between novice and experienced driver status. *Ergonomics*, 31, 585-597.
- Brun, W. (1994). Risk perception: Main issues, approaches and findings. In G. Wright, & P. Ayton, *Subjective probability* (pp. 295-320). Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Carochinho, José António (2011). O Conceito de "Percepção do Risco": Contributo da Psicologia Social.
- CDC - Centers for Disease Control and Prevention. (Acedido em 19 de setembro de 2017). Obtido de <https://www.cdc.gov/niosh/topics/confinedspace/>
- Cooper, M. (1997). Evidence from safety culture that risk perception is culturally determined. *The International Journal of Project Business Risk Management*, 1(2), 185-202.
- Cooper, M. (2000). Towards a model of safety culture. *Safety Science*, 36 n°2, 111-136.
- Cooper, M. (2001). *Improving safety culture: a practical guide*. New York: John Wiley & Sons.
- CDC (Acedido em 20 de julho de 2017). <https://www.cdc.gov/niosh/docs/86-110/>

- CSSC (Acedido em 7 de novembro de 2017): <http://www.confinedspacecontrolcovers.com/osha-statistics/>
- Dwyer et al. (2004). Attributes of Destination Competitiveness: A Factor Analysis
- Davies, D., & Shackleton, V. (1977). Psicologia e trabalho. Rio de Janeiro: Zahar Editores.
- Directiva 92/57/CEE do Conselho, de 24 de Junho de 1992 - Prescrições mínimas de segurança e de saúde a aplicar nos estaleiros temporários.
- Decreto Lei n.º 273 de 29 de Outubro - Prescrições mínimas de segurança e de saúde a aplicar nos estaleiros temporários ou móveis.
- Felice e Petrillo (2011). An application methodology based on ahp and simulation to study inventory management problems.
- Fischhoff, B., Slovic, P., Lichtenstein, S., Read, S., & Combs, B. (2000). How safe is safe enough? A psychometric study of attitudes toward technological risks and benefits. In P. Slovic, The perception of risk (pp. 80-104). London: Earthscan.
- Freitas, L.C., & Cordeiro, T.C. (2013). Segurança e saúde do trabalho: Guia para micro, pequenas e médias empresas. Lisboa: ACT - Autoridade para as Condições do Trabalho. ISBN: 978-989-8076-83-0 (web pdf)
- Geller, E. (1994). Dez princípios para alcançar uma cultura de segurança total. Segurança Profissional, 39(9), 18.
- Geller, E. (1998). Além da responsabilidade pela segurança: Como aumentar a responsabilidade pessoal. Neenah, WI: J.J.Keller & Associates.
- Geller, E. (2001). Work safe: How to help people for actively care for health and safety. Boca Raton, USA: CRC Press.
- Geller, E. (2006). Psychology of safety handbook. Boca Raton, USA: Lewis Publishers.
- GEP/MTSSS. (Acedido em 18 de dezembro de 201). Ambiente de Estratégia e Planeamento. Obtido de <http://www.gep.msess.gov.pt>
- Glendon, I., Clarke, S., & McKenna, E. (2002). Human safety and risk management. London: Chapman & Hall.
- Gregersen, N. (1996). Young drivers overestimation of own skills – An experiment of the relation between training strategy and skills. Accident Analysis and Prevention, 28, 243-250.
- Gonçalves, Carla (2009). Trabalho que elaborou sobre o tema risco técnico e risco experienciado no metropolitano de Lisboa E.P.
- Guldenmund, F. (2000). The nature of safety culture: A review of theory and research. Safety Science, 34(1-3), 215-257.
- Guyton, A.C. (1991). Textbook of Medical Physiology. Philadelphia: W.B. Sanders Co, 8th ed.



- Hamilton, M. (s.d.). Working in a confined space industrial. Safety Data File.
- Heinrich, H., Peterson, D., & Roos, N. (1980). Industrial Accident Prevention. New York: McGraw-Hill.
- HFACS. (Acedido em 12 de setembro de 2017). The Human Factors Analysis and Classification System. Obtido de <http://www.coloradofirecamp.com/swiss-cheese/introduction.htm>
- Hollnagel, E. (1998). Cognitive reliability and error analysis method: CREAM. Elsevier.
- HSE. (Acedido em 10 de junho de 2017). Health and Safety Executive. Obtido de <http://www.hse.gov.uk/search/searchresults.htm?gsc.q=confined%20sepaces#gsc.tab=0&gsc.q=confined%20sepaces&gsc.page=1>
- Ibbetson, T. (Acedido em 11 de julho de 2017). When does a confined space rescue start? Obtido de HSE Today: [http://ehstoday.com/safety/confined-spaces/ehs\\_imp\\_39454](http://ehstoday.com/safety/confined-spaces/ehs_imp_39454)
- ILO. (Acedido em 30 de maio de 2017). International Labour Organization. Obtido de [http://www.ilo.org/Search5/search.do?sitelang=en&locale=en\\_EN&consumercode=ILOHQ\\_STELLEMENT\\_PUBLIC&searchWhat=confined+spaces&searchLanguage=en](http://www.ilo.org/Search5/search.do?sitelang=en&locale=en_EN&consumercode=ILOHQ_STELLEMENT_PUBLIC&searchWhat=confined+spaces&searchLanguage=en)
- ISO Guide 73:2009 – Risk Management – Vocabulary
- Lei nº 7/2009 de 12 de fevereiro - Código do Trabalho.
- Lei nº 98/2009 de 04 de setembro - Lei dos acidentes de trabalho
- Jackson, N., & Carter, P. (1992). The perception of risk. In J. Ansell, & F. Wharton, Risk: Analysis Assessment And Management (pp. 96-112). London: John Wiley & Sons.
- Kletz, T. (1991). An engineer's view of human error. London: ICHME.
- Krivan, S. (1982). Confined space entry. Can the deaths and injuries be eliminated?. Professional Safety.
- Laughery, K., & Hammond, A. (1999). Overview in warnings and risk communication. London: Taylor & Francis.
- Lima, L. (1999). Percepção de riscos e culturas de segurança nas organizações. Psicologia, Vol.XII, Nº2, 379-386.
- MacCarron, C. (2006). Confined space facilities. Thesis: Doctorates and Masters. Paper 81.
- Mannan, S. (2004). Lees' loss prevention in the process industries. Hazard identification, assessment and control - Volume 1. Texas, USA: Elsevier.
- Manwearing, J., & Conroy, C. (1990). Occupational confined space-related fatalities: Surveillance and prevention. Journal of Safety Research, 21, 157-164.
- McManus, N. (1999). Safety and health in confined spaces. Boca Raton: Lewis Publishers.

- McManus, N. (2010). Advancing the paradigm: Confined spaces and the uncharacterized workspace. NorthWest Occupational Health and Safety.
- Meliá, J. (1999). Medición y métodos de intervención en psicología de la seguridad y prevención de accidentes. *Psicologia del Trabajo y de las Organizaciones*, 15, 237-266.
- Momeni, N. (2009). The relation between managers emotional intelligence and the organizational climate they create. *Public Personnel Management*. 38(2), 35-48.
- Moreira, P. (2005). Para uma prevenção que previna. Quarteto, 4ª edição
- NC. (s.d.). A guide to safety in confined space. Occupational Safety and Health Division N.C. Department of Labor.
- Neves, F. C. et al. (1996). Material didático da disciplina gestão de riscos. Belo Horizonte. Faculdade de Engenharia da FUMEC.
- NFPA. (Acedido em 15 de setembro de 2017). National Fire Protection Association. Obtido de <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=53>
- NIOSH. (1976). U.S. National Institute for Occupational Safety and Health: A Guide to Industrial Respiratory Protection. Pub. nº 76-198. Cincinnati: DHHS (NIOSH).
- NIOSH. (1980). U.S. National Institute for Occupational Safety and Health: Work in confined spaces. Pub. nº 80-106. Cincinnati: DHHS (NIOSH).
- NIOSH. (1987). U.S. National Institute for Occupational Safety and Health: Respiratory decision logic. Pub. nº 87-108. Cincinnati: DHHS (NIOSH).
- NSC. (Acedido em 15 de setembro de 2017). The National Safety Council. Obtido de <http://www.nsc.org/learn/Safety-Training/Pages/Courses/confined-spaces.aspx>
- OIT (1996). El empleo en el mundo. Las políticas nacionales en la era de la mundialización. Ginebra
- Oliveira, J. C. (2002). Gestão da segurança e saúde do trabalhador – uma questão de reflexão. Cit In: Neto, A. C. e Salim C. A. (2002). Novos desafios em saúde e segurança do trabalho. Belo Horizonte: Fundacentro - Segrac.
- Olsen, R., & Cox, C. (2001). The influence of gender on the perception and response to investment risk: The case of professional investors. *Journal of Behavioral Finance*, 2(1), 29-36.
- Oliveira, J. C. (2002). Gestão da segurança e saúde do trabalhador – Uma questão de reflexão. Cit In: Neto, A. C. e Salim C. A. (2002), Novos desafios em saúde e segurança do trabalho. Belo Horizonte: Fundacentro - Segrac.
- OSHA. (1993). 1910.146 Permit-required confined spaces. United States Department of Labor.

- OSHC. (Acedido em 18 de dezembro de 2017). Occupational Safety & Health Council. Obtido de <http://www.oshc.org.hk/eng/search-results.html?q=confined%20spaces>
- Pacheco, C. (2012). Perceção de Risco e Comportamentos Seguros - Qual o papel destes elementos enquanto componentes da cultura de segurança organizacional? Estudo de um caso na Petroquímica Alentejana. Instituto Politécnico de Setúbal. Dissertação de Mestrado em Segurança e Higiene do Trabalho.
- Peake, S. (2006). Confined space entry, Health and Safety International. Obtido de [http://www.hsimagazine.com/article.php?article\\_id=507](http://www.hsimagazine.com/article.php?article_id=507)
- Pereira, O. (2016). Apontamentos das aulas de Mestrado em Higiene e Segurança do Trabalho, da unidade curricular Métodos e Técnicas de Investigação aplicada, 2ºano.
- Portaria n.º 762/2002 de 1 de Julho - Regulamento geral dos sistemas públicos e prediais de distribuição de água e de drenagem de águas residuais.
- Reason, J. (1990). Human error. Cambridge: Cambridge University Press.
- Reason Hobbs, (2003) Managing Maintenance Error: A Practical Guide Paperback, pag. 10 – May 8, 2003.
- Rekus, John (1994). Complete Confined Spaces Handbook . National Safety Council. Lewis Publishers.
- Ridley, J., & Channing, J. (s.d.). Safety at work. Oxford: Elsevier Ltd. Roth, C. L. (2013). Safeguarding confined spaces, Health and Safety International. Obtido de [http://www.hsimagazine.com/article.php?article\\_id=767](http://www.hsimagazine.com/article.php?article_id=767)
- Roeder, M. (2003). O acidente. Revista CIPA. São Paulo. v. 24, n. 288, p. 82-3.
- Rowe, W. (1997). Safe working in confined spaces manual.
- Roxo, M. (2003). Segurança e Saúde no Trabalho: Avaliação e Controlo de riscos. Almedina.
- Rundmo, T. (1996). Associations between risk perception and safety. Safety Science, 24(3).
- Rundmo, T. (2000). Safety climate, attitudes and risk perception in Norsk Hydro. Safety Science, 34, 47-59.
- Swain, A. D., & Guttman, H. E. (1983). Handbook of human reliability analysis with emphasis on nuclear power plant applications. NUREG/CR-1278 (Washington D.C.).
- Sandmand, P. (1991). Risk = Hazard + Outrage: A formula for effective risk.
- Schein, E. (1992). Organizational culture and leadership. S. Francisco: Jossey-Bass.
- Silverthorn, D. (2001). Human Physiology: An Integrated Approach. New Jersey: Prentice-Hall. 2nd ed.
- Slovic, P. (2000). The perception of risk. London: Earthscan.

- Taylor, B. (2011). Confined Spaces: Common Misconceptions & Errors in Complying With OSHA's Standard. (T. A. Engineers, Ed.) Professional Safety.
- Ursulan, S. (2009). Confined space entry compliance. Occupational Health & Safety Magazine.
- Wilkinson, A., Burns, K., Simpson, A., Walker, K., & Hunter, M. (2012). Improving the control of confined-space entry through the implementation of an operational standard and competence based training. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/157551-MS
- Wilson, M., Madison, H., & Healy, S. (2012). Confined Space Emergency Response: Assessing Employer and Fire Department Practices. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 9, 120-128.
- Wilson, P., & Wang, Q. (2013). Development of a protocol for determining confined space occupant load. Proc. Safety Prog.
- Zocchio, Á. (2002). Prática da prevenção de acidentes: ABC da segurança do trabalho. 7ª ed., São Paulo: Atlas.

## APÊNDICES

Apresento um conjunto de ferramentas para apoio aos trabalhos em espaços confinados, as quais espero que possam vir um dia a ser úteis a quem procure nesta dissertação informação e orientações sobre o tema:

- Apêndice 1 – Conteúdo Programático - Espaços Confinados
- Apêndice 2 – Modelo de Autorização para Trabalhos em Espaços Confinados
- Apêndice 3 – Exemplo de Equipamentos para Espaços Confinados
- Apêndice 4 – Modelo Tipo – Identificação dos Espaços Confinados
- Apêndice 5 – Algoritmo - Trabalhos em Espaços Confinados
- Apêndice 6 – Algoritmo - Detecção de Gases
- Apêndice 7 – Quadro resumo – Principais Características dos Gases
- Apêndice 8 – Algoritmo - Utilização do ARICA
- Apêndice 9 – Procedimento de Resgate Remoto

## **Apêndice 1 – Conteúdo Programático - Espaços Confinados**

Qualquer programa de formação sobre espaços confinados deverá ser ajustado à necessidade específica de cada empresa, quer ao nível da carga horária, conteúdos, e metodologias para alcançar os objetivos.

Sugere-se que no mínimo a ação possa abordar temas tais como:

- Identificação de perigos em espaços confinados;
- Avaliação dos riscos específicos dos espaços confinados;
- Enquadramento legal e normativo aplicável aos espaços confinados;
- Responsabilidade (empresa e trabalhador);
- Conceitos e definições sobre espaços confinados;
- Detecção de gases (utilização de detetores de gases);
- Sistemas de ventilação;
- Ar respirável (nível seguro de oxigénio);
- Asfixiantes simples;
- Limites de inflamabilidade (explosividade);
- Toxicidade (consequência da toxicidade & limites de exposição);
- Equipamentos adequados a espaços confinados;
- Proteção respiratória / Consumos e autonomias;
- Situações de emergência num espaço confinado;
- Técnicas de resgate remoto;

Por último referir que as formações técnicas carecem de componentes práticas fortes, onde os formandos necessitam de visualizar a aplicabilidade prática dos conceitos e o porque da sua aplicação.



## Apêndice 2 – Modelo de Autorização para Trabalhos em Espaços Confinados

O modelo de autorização de trabalho que é apresentado não pretende ser uma alternativa aos modelos existentes ou um documento que se substitua às fichas individuais de avaliação da atmosfera. Pretende-se sim que, este ou outro qualquer documento, alerte de forma inequívoca para a necessidade de dentro do espaço confinado se garantir como mínimo um nível de 20,8% de oxigénio como valor seguro. O documento deve para isso dar destaque à informação do valor que seja registado de oxigénio e que ajude o trabalhador a perceber o que deve fazer de seguida.

| EMPRESA   | Autorização de Trabalho<br>TRABALHO EM ESPAÇO CONFINADO |  |  |                   | Referência N°         |
|---|---|--|--|-------------------|-----------------------|
|   | Tipo Documento:   |  | Departamento:  |                   | Data:                 |
|   |   |  |  |                   | Revisão:              |
| Responsável pelo Trabalho:  |   | Data: ___/___/___                            |  | Início ___:___hs  | Fim: ___:___hs        |
| Localização do trabalho:  |   |  |  |                   |                       |
| Trabalhos com fôgos nus:  | SIM   | NÃO  | Número do espaço confinado:                          |                   |                       |
| Trabalho em altura dentro do EC:  | SIM   | NÃO  | Tipo de trabalho:                                    |                   |                       |
| Trabalho em atmosfera inertizada:   | SIM   | NÃO  | Nome da pessoa responsável medições:                 |                   |                       |
| Existem entvações:  | SIM   | NÃO  | N° de entvações:                                     |                   |                       |
| Equipamentos de Proteção Individual   |   |  |  |                   |                       |
| Farda trabalho  | Luvas de proteção adequada                              |  | Fato descartável e/ capuz                            |                   | Sistema de ventilação |
| Capacete com franquelete  | Óculos de segurança                                     |  | Amês de segurança                                    |                   | Detetor de gases      |
| Calçado de segurança  | Protetor auditivo                                       |  | Equipamento anti queda                               |                   |                       |
| Botas de PVC ou bormaça   | Máscara proteção facial                                 |  | Equipamento de fuga                                  |                   |                       |
| Lista de Verificação - Competência e Autorização  |   |  |  |                   | N/A                   |
| Os equipamentos de proteção foram verificados e estão em boas condições para a realização do trabalho ?   |   |  |  |                   |                       |
| O trabalhador teve formação e está treinado e autorizado a realizar o serviço ?   |   |  |  |                   |                       |
| A área ao redor do espaço confinados foi sinalizada com fita sinalizadora, cone, ou outro tipo ?  |   |  |  |                   |                       |
| Foi utilizado algum sistema de bloqueio de energia (pneumática, elétrica, hidráulica, ...) - LOTO/consignação ?   |   |  |  |                   |                       |
| Existem meios de comunicação via rádio entre o vigia e os trabalhadores que irão para dentro do EC ?  |   |  |  |                   |                       |
| Existem detetores de gases para realizarem a monitorização da atmosfera, antes e durante os trabalhos ?   |   |  |  |                   |                       |
| Existe meio de iluminação ou lanternas portáteis ?  |   |  |  |                   |                       |
| Está disponível algum sistema de exaustão e/ou insuflação ?   |   |  |  |                   |                       |
| Estão disponíveis equipamentos de resgate, e o vigia tem formação para a sua utilização ?   |   |  |  |                   |                       |
| Estão disponíveis equipamentos de respiração autónomo (ARICA), fuga ou linhas de ar à distância ?   |   |  |  |                   |                       |
| Existe equipa de resgate disponível na proximidade do trabalho (pertença da empresa executante) ?   |   |  |  |                   |                       |
| Existindo risco de contaminação de produtos químicos e/ou biológicos, existem chuveiros de emergência ?   |   |  |  |                   |                       |
| Os equipamento são apropriados para zona classificadas, se sim quais ?  |   |  |  |                   |                       |
| Todos os trabalhadores que estão nas mediações do EC estão a fazer uso de equipamento anti queda ?  |   |  |  |                   |                       |
| Monitorização da atmosfera interior do espaço confinado (sem entrar no EC)  |   |  |  |                   |                       |
| Realizado por :   |   | Hora   |  | _____h _____m     |                       |
| Oxigénio<br>Perigo se O <sub>2</sub> < 20,8% ou > 22%   | Inflamabilidade<br>Perigo se > 5% LIE (LEL)             | Monóxido de carbono<br>Perigo se CO > 20 ppm | Gas Sulfidrico<br>Perigo se H <sub>2</sub> S > 5 ppm | Medição COV (VOC) |                       |
|   |   |  |  |                   |                       |
| Se os valor estiverem fora dos parametros definidos acima <b>NÃO PERMITIR A ENTRADA.</b><br>Nota: instalar o sistema de exaustão ou ventilação no espaço confinado. |   |  |  |                   |                       |
| Acompanhado por equipamentos de deteção de gases para verificar o comportamento dos valores.  |   |  |  |                   |                       |



| Monitorização da atmosfera interior do espaço confinado (sem entrar no EC)   |   |  |  |                     |                               |                                   |
|--|---|--|--|---------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Realizado por :  |   |  | Hora   | _____ h _____ m     |                               |                                   |
| Oxigénio<br>Perigo se O <sub>2</sub> < 20,8% ou > 22%  | Inflamabilidade<br>Perigo se > 5% LIE (LEL) | Monóxido de carbono<br>Perigo se CO > 20 ppm | Gas Sulfídrico<br>Perigo se H <sub>2</sub> S > 5 ppm                 | Medição COV (VOC)   |                               |                                   |
|  |   |  |  |                     |                               |                                   |
| <b>Lista de Verificação</b>  |   |  |  | N/A                 | SIM                           | NÃO                               |
| Realizar a avagem do interior do Espaço Confinado  |   |  |  |                     |                               |                                   |
| Verificar a instalação elétrica (baixa tensão - máximo 40 volts)   |   |  |  |                     |                               |                                   |
| Verificar a existência de iluminação de emergência   |   |  |  |                     |                               |                                   |
| Confirmar a disponibilidade dos equipamentos de resgate - maca, tripé, cordas , roldanas, arneses de resgate, ...  |   |  |  |                     |                               |                                   |
| Verificar a existência de meios de extinção local (p.e.: extintor ou camatel)  |   |  |  |                     |                               |                                   |
| Verifica as condições climáticas, e se as mesmas não interferem com os trabalhos que vão ser realizados.   |   |  |  |                     |                               |                                   |
| Todos os envolvidos nos trabalho estão de acordo com o procedimento e a disponibilidade de equipamentos ?  |   |  |  |                     |                               |                                   |
| <b>Caso exista uma resposta "NÃO" a entrada no espaço confinados não deve ser permitida.</b>   |   |  |  |                     |                               |                                   |
| <b>Depois da entrada a medição atmosférica do ar no interior do espaço confinado deve ser mantida em contínuo e caso existam valores diferentes aos definidos acima, deve ser informado o vigia e registados na autorização de trabalho.</b> |   |  |  |                     |                               |                                   |
| Hora   | Oxigénio                                    | Explosividade                                | Gas Sulfídrico   | Monóxido de carbono | Outros<br>(identificar quais) | Nome do técnico que fez a medição |
|  |   |  |  |                     |                               |                                   |
|  |   |  |  |                     |                               |                                   |
|  |   |  |  |                     |                               |                                   |
|  |   |  |  |                     |                               |                                   |
|  |   |  |  |                     |                               |                                   |
|  |   |  |  |                     |                               |                                   |
|  |   |  |  |                     |                               |                                   |
| <b>Trabalhadores autorizados a realizar o trabalho no espaço confinado</b>   |   |  |  |                     |                               |                                   |
| Nome   | Função                                      | Rubrica                                      | Nome   | Função              | Rubrica                       |                                   |
|  |   |  |  |                     |                               |                                   |
|  |   |  |  |                     |                               |                                   |
|  |   |  |  |                     |                               |                                   |
|  |   |  |  |                     |                               |                                   |
| <b>Equipa de Resgate</b>   |   |  |  |                     |                               |                                   |
| Nome Técnico ER  |   |  | Função ER  |                     |                               |                                   |
| Nome Técnico ER  |   |  | Função ER  |                     |                               |                                   |
| <b>Vigia</b>   |   |  | <b>Chefe de equipa</b>   |                     |                               |                                   |
| Nome   |   |  | Nome   |                     |                               |                                   |
| Assinatura:  |   |  | Assinatura   |                     |                               |                                   |
| Pessoa responsável pela execução do serviço / Função:  |   |  | Pessoa Responsável pela emissão da autorização de trabalho / Função: |                     |                               |                                   |
| Assinatura:  |   |  | Assinatura   |                     |                               |                                   |
| Data de fecho da Autorização de Trabalho   |   |  | Data ____/____/____  |                     | Hora: ____:____               |                                   |
| <b>Nota importante:</b> a autorização é colocada à entrada do espaço confinado e mantém-se válida durante o período autorizado.  |   |  |  |                     |                               |                                   |
| Elaborado por:   |   | Revisto por:                                 |  | Aprovado por:       |                               |                                   |

### Apêndice 3 – Exemplo de Equipamentos para Espaços Confinados

A oferta ao nível dos equipamentos é cada vez maior e mais diversificada, devem ser os adequados a cada tarefa e aos riscos que se pretendem minimizar.

A título de exemplo são apresentados no quadro abaixo alguns tipos de equipamentos.

| Equipamento   | FT | Imagem  | Norma  | Descritivo   |
|---|----|---|--|--|
| Equipamento proteção respiratória (máscara facial + filtros ABEK) | X  |    | EN 133 / EN 136<br>EN 140 / EN 149<br>EN 371         | Sempre que se suspeitar da existência de uma substância tóxica os trabalhadores devem utilizar uma máscara facial com filtros adequados à substância e concentração registada. A máscara integral protege simultaneamente as vias respiratórias e os olhos.  |
| Equipamento proteção respiratória (Fuga)                          | X  |    | EN 1146  | Equipamento respiratório para envergarmos em caso de fuga de local com atmosfera contaminada. Sempre que se suspeite de uma carencia de oxigenio, sem registo de valores LIE.  |
| Equipamento proteção respiratória (ARICA)                         | X  |    | EN 137   | Equipamento respiratório para utilizar aquando a presença de uma atmosfera perigosa, seja por carência de oxigénio, ou, por presença de elementos nocivos. Não deve ser utilizado se existirem registo de valores LIE.   |
| Linha Ar Respirável   | x  |   |  | Equipamento respiratório para utilizar aquando a presença de uma atmosfera perigosa, seja por carência de oxigénio, ou, por presença de elementos nocivos. Não deve ser utilizado se existirem registo de valores LIE.   |
| Detetor de gases  | X  |  | EN 60079-29-1 / EN 50104<br>EN 45544 / ATEX CE/94/9  | Instrumento de medição multicanal (O2/CO/H2S/CH4), para gases. A parameterização é feita de acordo com a avaliação de risco.   |
| Ventilador / Extrator   | X  |  | Directiva 94/9/CE                                    | Equipamento que permite a ventilação forçada da atmosfera de determinado espaço. Tem a capacidade de insuflar ou extrair ar.   |
| Iluminação  | x  |  | EN 60529:1992<br>II 1 G Ex ia IIC T4/T3<br>IP66 ATEX | Equipamento que permite uma utilização simples mas eficaz. Permite uma utilização sem ser necessário ter as mãos ocupadas com o seu transporte.  |
| Kit Resgate 2   | X  |  | EN 1496:2006   | Composto por corda de 30 m, sistema de desmultiplicação e vara, permite resgatar uma vítima em ascensão e descensão em trabalhos altura  |
| Tripe   | X  |  | EN 795   | Pés telescópicos reguláveis / Bloqueio automático dos pés abertos / 4 Pontos ancoragem de elevada resistência / Alumínio / 8 Pontos regulação em altura (1,35 m a 2,35 m) / Diâmetro serviço: ø 1,54 m a ø 2,56 m / Comprimento fechado: 1,69 m / Capacidade útil carga: 2 pessoas ou 500 kg / Carga rotura:>10 kN Peso líquido: 14,5 kg |
| Guincho   | X  |  | EN 1496  | Guincho acoplável aos postes de ancoragem que permite movimentar uma pessoa na vertical, seja para efetuar um acesso ou um resgate.  |
| Condicionador de acesso Espaços confinados (Hole protect)         | X  |  | EN 795   | Sistema desenvolvido para criar uma barreira física no acesso a espaços confinados, este permite a abertura da totalidade do espaço, ou, possibilidade de abertura parcial, para passagem de equipamento.  |




## Apêndice 4 – Modelo – Identificação dos Espaços Confinados

Em qualquer empresa um dos primeiros passos que deve ser dado é uma boa e correta identificação dos espaços confinados. É com base neste levantamento que se podem despolar processos de dimensionamento de medidas de proteção. Esta identificação tem por base uma boa identificação dos perigos e uma correta avaliação dos riscos. Antes mesmo de se passar para a matriz de perigos e riscos, é importante fazer a quantificação e a identificação das principais características de cada espaço.

Como sugestão apresenta-se o modelo de registo:

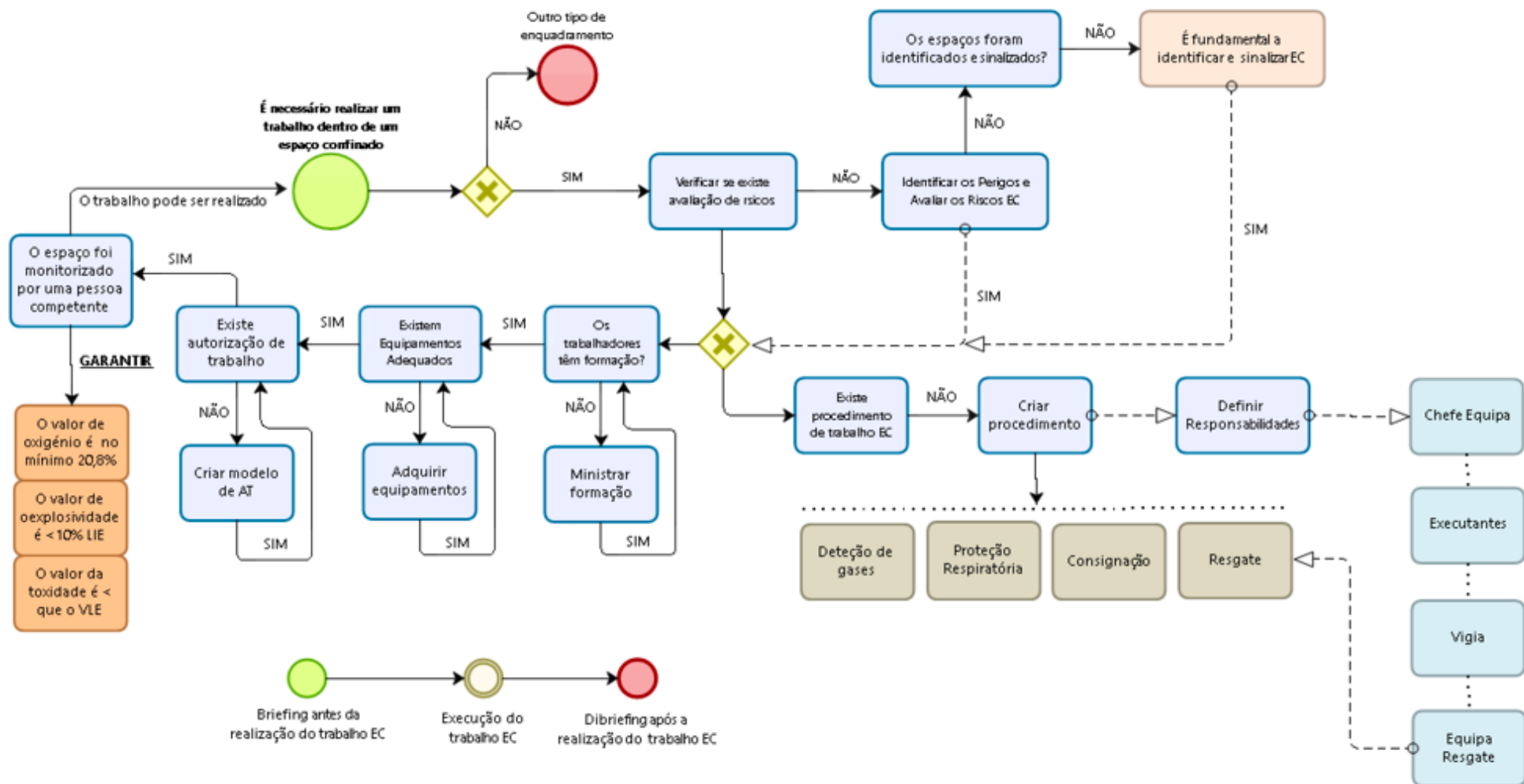
[illegible]

**Legenda**

|   |                           |
|---|---------------------------|
|  | Nível Risco Baixo         |
|  | Nível de Risco Médio      |
|  | Nível de Risco Alto       |
|  | Nível de Risco Muito Alto |

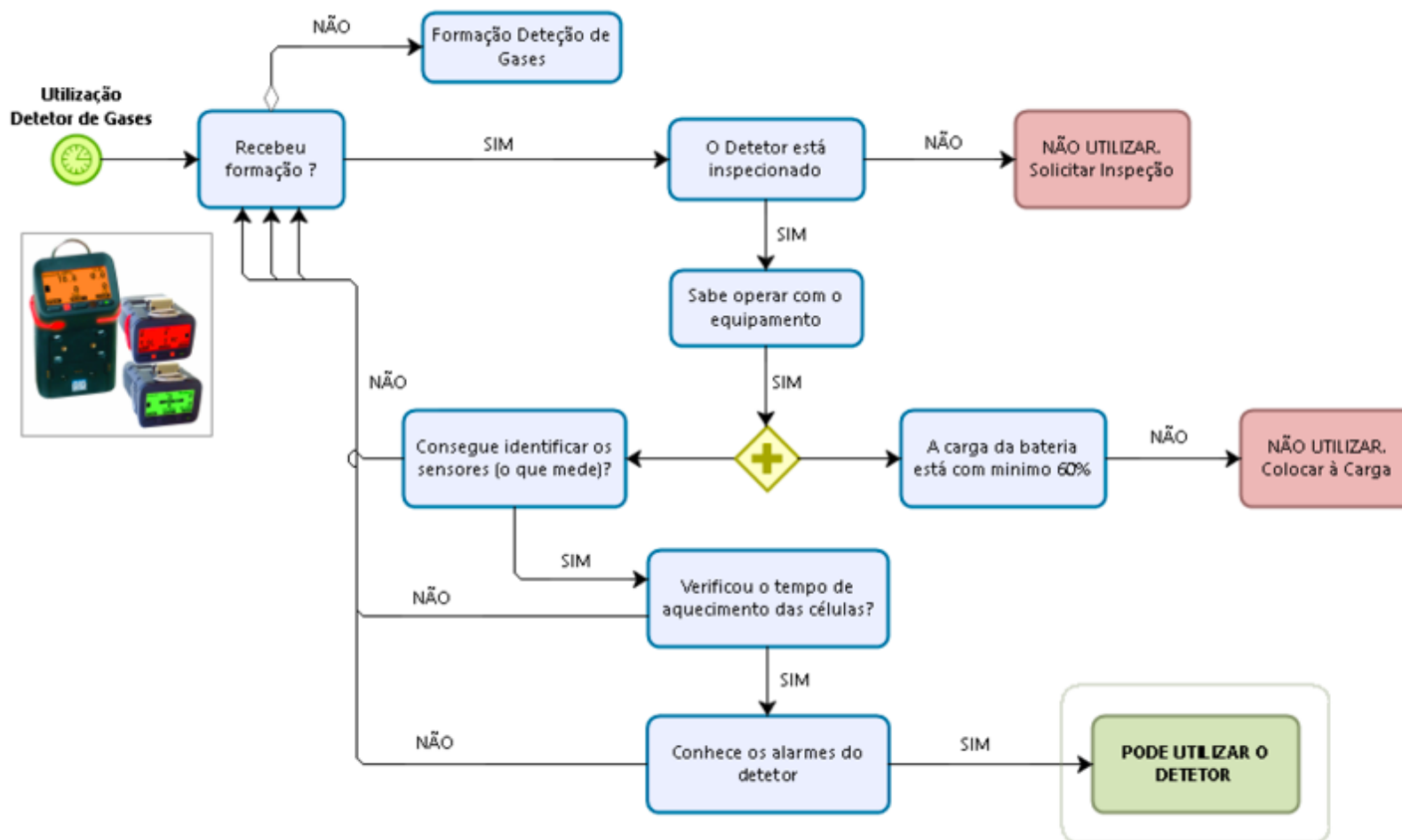
## Apêndice 5 – Algoritmo - Trabalhos em Espaços Confinados

Abaixo é mostrado uma ferramenta de apoio ao planeamento de trabalhos em espaços confinados.



## Apêndice 6 – Algoritmo - Detecção de Gases

A melhor ferramenta que existe para validar a atmosfera no interior de um espaço confinado é um detetor de gases portátil. Um trabalhador para fazer uso deste equipamento deverá saber como utilizá-lo e acima de tudo como interpretar a informação que o equipamento lhe fornece. Para um melhor entendimento e utilização foi produzido o algoritmo abaixo.





### Apêndice 7 – Quadro resumo – Principais Características dos Gases

O quadro abaixo resume as principais características de alguns dos gases com os quais nos podemos cruzar dentro de um espaço confinado. Informa como se comportam e o que nos podem fazer (efeitos). Destaca-se a informação sobre a densidade relativa de cada gás, porque influencia a forma como deve ser utilizado o detetor de gases.

| SUBSTÂNCIA           | Formula  | DR-G  | LIE  | FC<br>CH <sub>4</sub> | FC<br>C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | VLE-<br>MP* | VLE-<br>CD* | Efeitos | EST | POL | LSE  | PE     | TI      | TAI | HS | DR-L  |
|----------------------|--|-------|------|-----------------------|-------------------------------------|-------------|-------------|---------|-----|-----|------|--------|---------|-----|----|-------|
| Acetileno            | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>                                | 0,91  | 2,2  | 2,27                  | 0,95                                |             |             | I       | N   | N   | 85   | -75    | <-75    | 305 | 8  | 0,7   |
| Ácido acético        | CH <sub>3</sub> COOH   | 2,07  | 4    | 1,25                  | 0,53                                | 10          | 15          | I,C,N   | S   | N   | 16,5 | 116    | 37      | 485 | S  | 1,05  |
| Ácido Fluídrico      | HF   | 0,7   | 4    |                       |                                     | 1,5         | 1,8         |         |     |     | 75   |        |         |     |    |       |
| Ácido sulfídrico     | H <sub>2</sub> S   | 1,19  | 4,3  | 1,16                  | 0,49                                | 5           | 10          | T,J,C   | S   | N   | 46   | -60,4  | <-60,4  | 260 | S  | 0,99  |
| Amoníaco             | NH <sub>3</sub>  | 0,58  | 14   | 0,36                  | 0,15                                | 20          | 50          | C,T,N   | S   | N   | 27   | -33    | <-33?   | 650 | S  | 0,69  |
| Azoto                | N <sub>2</sub>   | 0,97  |      |                       |                                     |             |             |         |     |     |      |        |         |     |    | 0,8   |
| Benzeno              | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>                                | 2,7   | 1,2  | 4,17                  | 1,75                                | 0,5         | 2,5         | T,J     | S   | N   | 8    | 80     | -11     | 500 | N  | 0,88  |
| Butano               | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>                               | 2     | 1,8  | 2,78                  | 1,17                                | 1000        |             | I       | S   | N   | 9,5  | -2     | -60     | 420 | N  | 0,58  |
| Butadieno            | C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>                                | 1,92  | 2    | 2,50                  | 1,05                                | 2           |             | I,N     | S   | S   | 11,5 | -4,4   | -76     | 414 | N  | 0,62  |
| Butileno             | C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>                                | 1,9   | 1,6  | 3,13                  | 1,31                                | 250         |             | I       | S   | S   | 10   | -6,5   | -80     | 385 | N  | 0,6   |
| Cloro                | Cl   | 2,47  |      |                       |                                     | 0,5         | 1           |         |     |     |      | -34,04 |         |     |    |       |
| Dióxido Enxofre      | SO <sub>2</sub>  | 2,3   |      |                       |                                     | 2           | 5           |         |     |     |      | (-) 10 |         |     |    | 1,5   |
| Enxofre              | S  | 2,05  | 4    | 1,25                  | 0,53                                |             |             |         |     |     |      |        |         |     |    |       |
| Estireno             | C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>                                | 3,6   | 1,1  | 4,55                  | 1,91                                | 20          | 40          | I       | S   | S   | 6,1  | 146    | 31,1    | 490 | N  | 0,9   |
| Etano                | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>                                | 1,05  | 3    | 1,67                  | 0,70                                | 1000        |             | I       | S   | N   | 12,5 | -88,6  | -135    | 515 | N  | 0,54  |
| Etanol               | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH                             | 1,6   | 3,3  | 1,52                  | 0,64                                |             | 1000        | I       | S   | N   | 19   | 77     | 15      | 400 | S  | 0,81  |
| Éter dietílico       | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> | 2,56  | 1,8  | 2,78                  | 1,17                                | 100         | 200         | I       | S   | N   | 48   | 35     | -45     | 160 | N  | 0,71  |
| Etileno              | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>                                | 0,98  | 2,7  | 1,85                  | 0,78                                | 200         |             | I       | S   | S   | 34   | -103   | -136    | 425 | N  | 0,57  |
| Etilmercaptano       | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> SH                             | 2,1   | 2,8  | 1,79                  | 0,75                                | 0,5         |             | T,J     | S   | N   | 18   | 34,4   | <-17,8  | 300 | S  | 0,83  |
| Formaldeído          | CH <sub>2</sub> O  | 1,08  | 7    | 0,71                  | 0,30                                |             | 0,3         | T,J     | S   | N   | 73   | -19,7  | <-19,7  | 140 | S  | 0,82  |
| Fosfina              | PH <sub>3</sub>  | 1,2   |      |                       |                                     | 0,3         | 0,1         |         |     |     |      |        | <-85    |     |    | 0,74  |
| Hexano               | C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>                               | 0,66  | 1,1  | 4,55                  | 1,91                                | 50          |             | I,N     | S   | N   | 6,9  | 68     | -35     | 235 | N  | 0,63  |
| Heptano              | C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>                               | 3,45  | 1    | 5,00                  | 2,10                                | 400         | 500         | I,N     | S   | N   | 7,4  | 98     | -20     | 215 | N  | 0,65  |
| Hidrogénio           | H <sub>2</sub>   | 0,07  | 4    | 1,25                  | 0,53                                |             |             | I       | S   | N   | 75   | -252,8 | <-252,8 | 560 | N  | 0,07? |
| Metilmercaptano      | CH <sub>3</sub> SH   | 1,66  | 3,9  | 1,28                  | 0,54                                | 0,5         |             | T,J     | S   | N   | 21,8 | 6,2    | -17,8   | ?   | S  | 0,87  |
| Metano               | CH <sub>4</sub>  | 0,55  | 5    | 1,00                  | 0,42                                | 1000        |             | I       | S   | N   | 15   | -162   | -223    | 595 | 8  | 0,42  |
| Metanol              | CH <sub>3</sub> OH   | 1,1   | 6    | 0,83                  | 0,35                                | 200         | 250         | T,J     | S   | N   | 36,5 | 64,5   | 11      | 455 | S  | 0,86  |
| Monóxido de carbono  | CO   | 0,97  | 12,5 | 0,40                  | 0,17                                | 25          |             | T,J     | S   | N   | 74   | -191,5 | <-191,5 | 630 | N  | 0,79  |
| MTBE                 | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O                             | 3,1   | 2,5  | 2,00                  | 0,84                                | 50          |             | I,T     | S   | N   | 15,1 | 55     | -25,6   | 224 | 8  | 0,74  |
| Octano               | C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>                               | 3,9   | 1    | 5,00                  | 2,10                                | 300         |             | I,N     | S   | N   | 6,5  | 126    | -12     | 410 | N  | 0,68  |
| Oxigénio             | O <sub>2</sub>   | 1,105 |      |                       |                                     |             |             |         |     |     |      |        | (-)183  |     |    |       |
| Pentano              | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>                               | 2,48  | 1,4  | 3,57                  | 1,50                                | 1000        |             | I,N     | S   | N   | 7,6  | 27,9   | -51     | 420 | N  | 0,62  |
| Propileno            | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>                                | 1,5   | 1,8  | 2,78                  | 1,17                                | 500         |             | I       | S   | S   | 11   | -47,7  | -108    | 460 | N  | 0,6   |
| Propano              | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>                                | 1,52  | 2,1  | 2,38                  | 1,00                                | 1000        |             | I       | S   | N   | 10   | -42    | -104    | 450 | N  | 0,50? |
| Sulfureto de carbono | S <sub>2</sub> C   | 1,63  | 1    | 5,00                  | 2,10                                | 1           |             | T,J     | S   | N   | 60   | 46     | -30     | 95  | N  | 1,26  |
| Tolueno              | C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>                                | 3,2   | 1,2  | 4,17                  | 1,75                                | 50          | 100         | I,T     | S   | N   | 7,1  | 110,6  | 4,4     | 480 | N  | 0,87  |
| Xileno (paraxileno)  | C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>                               | 3,7   | 1    | 5,00                  | 2,10                                | 50          | 100         | I,N     | S   | N   | 7    | 137    | 17      | 464 | N  | 0,86  |

#### Legenda

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| DR-G                             | Densidade relativa gases (ar)   |
| LIE                              | Limite inferior de explosividade  |
| FC CH <sub>4</sub>               | Factor de correcção gás/metano  |
| FC C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | Factor de correcção gás/propano   |
| VLE-MP*                          | Valor limite de exposição - média ponderada - retirados da publicação 2010 ACGIH                              |
| VLE-CD*                          | Valor limite de exposição - curta duração   |
| EST                              | Estabilidade  |
| POL                              | Polimerização (Capacidade de formar polímeros com reacção fortemente exotérmica (sem necessidade de oxigénio) |
| LSE                              | Limite superior de explosividade  |
| PE                               | Ponto de ebulição   |
| TI Temperatura de inflamação     |   |
| TAI                              | Temperatura de auto-ignição   |
| DR-L                             | Densidade relativa líquidos (água)  |

#### Efeitos

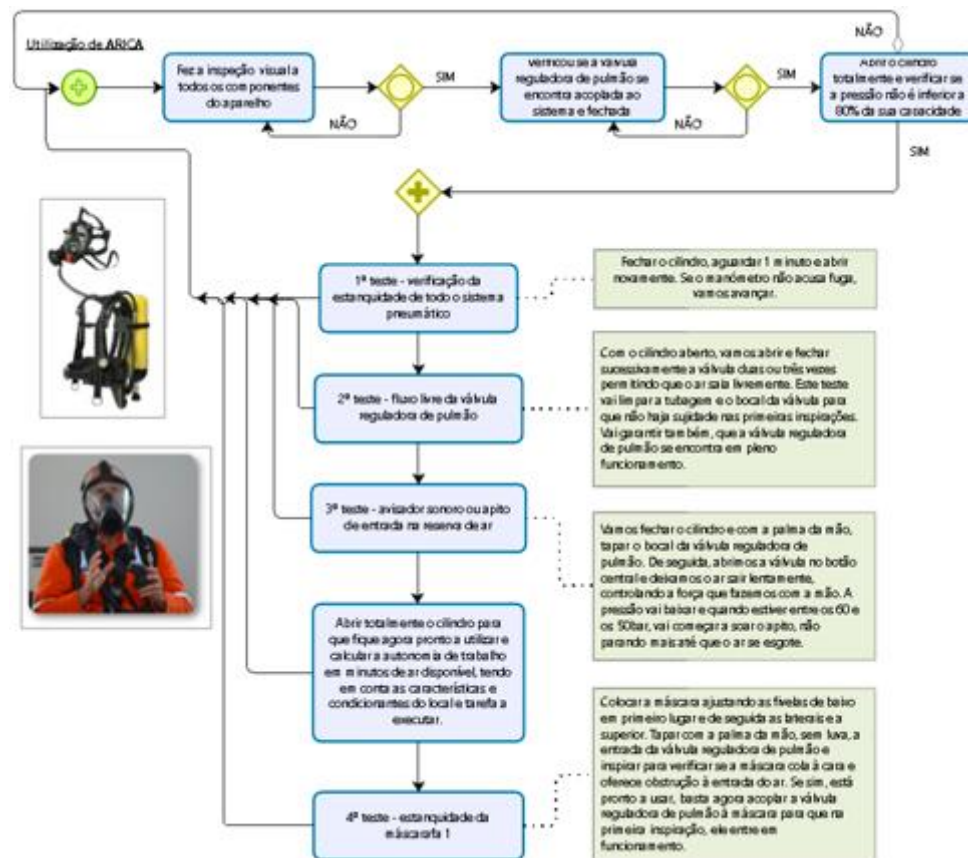
|   |            |
|---|------------|
| I | Inflamável |
| T | Tóxico     |
| C | Corrosivo  |
| N | Nocivo     |

#### HS – Hidrosolubilidade

|    |                         |
|----|-------------------------|
| N  | Não é hidrosolúvel      |
| S  | É hidrosolúvel          |
| SB | Hidrosolubilidade baixa |

## Apêndice 8 – Algoritmo - Utilização ARICA

Como da deteção de gases pode resultar a informação de que a atmosfera pode conter um valor abaixo do normal de oxigénio (20,9%), e caso não se identifiquem no detetor de gases valores para a explosividade, então a proteção respiratória é uma das soluções que pode vir a ser preconizada, caso a ventilação forçada não tenha sido eficaz ou simplesmente não exista. O algoritmo abaixo foi produzido com o intuito de permitir uma correta utilização de um aparelho de respiração isolante de circuito aberto.







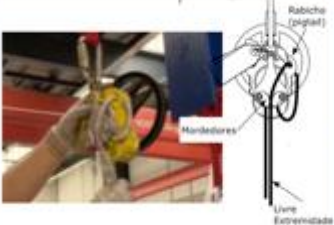




## Apêndice 9 – Procedimento de Resgate Remoto





Os trabalhadores que desempenham a função de vigia, por regra não possuem formação específica em resgate industrial, como também não são selecionados pela sua robustez física, o que significa que a vítima pode ter uma massa corporal igual ou superior ao vigia. Por regra é o vigia que reage em primeiro lugar a uma eventual situação de emergência, é por isso necessário que tenham ao seu dispor equipamentos adequados ao resgate, que não os exponham a riscos desnecessários. Recomenda-se que tenha ao seu alcance equipamentos para resgate à distância (remoto), para evitar a entrada no espaço confinado.

### RESGATE REMOTO

Aplicável nas situações em que a vítima se encontra numa cota inferior ou em profundidade e com o auxílio de uma vara é possível ligar o equipamento de resgate à vítima. O equipamento possui um volante ou em alternativa um eixo incorporado compatível com a instalação de um equipamento elétrico de rotação automática que permite elevar a vítima, e caso aplicável libertar o elemento de ligação em tensão, permitindo a movimentação (ascendente ou descendente) da vítima até a uma cota segura. Antes de iniciar qualquer manobra de resgate, o vigia deve despolar o alerta para os serviços de emergência, informado do local, o seu nome, uma descrição sumária do que aconteceu, dos meios que têm ao seu dispor e da formação que têm em matéria de emergência.

| PASSO | FOTO  | DESCRIÇÃO   |
|-------|---|---|
| 1     |  | Ligar o elemento de ligação instalado no arnês (corda de ligação, progressão ou retrátil) a uma ancoragem fidedigna.                            |
| 2     |  | Instalar o equipamento de resgate no ponto de ancoragem, sobre o local onde se encontra a vítima.   |
| 3     |  | Verificar e estender o comprimento de corda necessário para fazer chegar o mosquetão do equipamento de resgate ao ponto de ancoragem da vítima. |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 4  |    | Recuperar a corda manualmente e instalar o mosquetão do equipamento de resgate no adaptador de abertura de mosquetão, previamente instalado na vara.   |
| 5  |    | Estender a vara, mantendo a corda junto à vara imprimindo tensão suficiente para que o mosquetão não se solte involuntariamente.<br>Conectar o mosquetão ao ponto de ancoragem da vítima.  |
| 7  |    | Passar a corda livre pelo "pigtail" e de seguida por entre os mordedores, este passo impede que a vítima inicie uma descida descontrolada após libertação do elemento de ligação.  |
| 9  |  | Acionar o equipamaneto elétrico para subir a vítima até que o elemento de ligação ganhe folga e possa ser desconectado da ancoragem.<br>Caso a vítima não esteja ancorada a nenhum elemento de ligação, a subida pode ser efetuada de uma só vez, saltando o passo seguinte (10).<br><br>Em sequência a corda livre que se encontra passada no sistema de travamento e bloqueio, deve ser recuperada e mantida bloqueada para garantir que a vítima não volta a descer |
| 10 |  | Desconectar o mosquetão do elemento de ligação da vítima da ancoragem, ficando esta apenas conectada ao sistema de resgate.  |
| 11 |  | Subir a vítima controladamente até à cota segura onde se encontra o resgatador.  |
| 12 |  | A vítima iniciará a subida e o volante do equipamento iniciará a rotação.<br>Para evitar o entalamento no volante em rotação, mantenha as mãos afastadas do eixo do volante, sendo que caso seja necessário manter a fixação do equipamento ou interromper a descida, deverá ser feito através do equipamento elétrico que se encontra fixo ao equipamento de resgate.   |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 13 |    | A vítima deverá ser elevada até a uma cota que permita o resgatador, em segurança, colocar a vítima sem grande esforço numa posição confortável e afastada do precipício. A altura ideal será aquela que permita sentar a vítima na zona segura, ainda em suspensão.   |
| 14 |    | Puxar a vítima para a afastar do precipício, e colocá-la numa posição confortável.   |
| 15 |    | Tão logo a vítima se encontre numa zona segura, desconectar o mosquetão do arnês e libertar a vítima do sistema de resgate.  |
| 16 |  | Manter a vítima confortável e vigiada até à chegada da ajuda diferenciada.<br><br>No caso da vítima ter estado suspensa, motivada pela queda, deverá ser mantida na posição em que foi resgatada e se possível sentá-la e elevar os joelhos (posição fetal) até que chegue a ajuda diferenciada e assuma o tratamento da vítima. |

Caso o equipamento para resgate remoto não seja possível de ser utilizado, porque a distância entre a entrada e o local de trabalho é superior aos equipamentos disponíveis, ou pela própria configuração do espaço, então deverá o planeamento do trabalho providenciar uma equipa de resgate especializada em resgate industrial, para atuar de forma pronta e segura caso se verifique um qualquer acidente no espaço confinado.